GLASGOW UNIVERSITY LIBRARY
435-1887
Cc 4-a. 16

Neurolog

Neurologische Untersuchungen.

Die Vorstellung von einem blossen Einlagern der Ganglienkugeln zwischen die Nervenfäden als Belegungsmassen ist für die Nervenphysik unbefriedigend. Der Verstand postulirt einen tieferen Zusammenhang.

Joh. Muller Handb. d. Physiol. I. 528.

4.6
2-1 Cl

NEU

UNTER

Dr.

Professor an der Universit

NEUROLOGISCHE

UNTERSUCHUNGEN

von

Dr. Rudolph Wagner,

Professor an der Universität, Mitglied der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.

Mit zwei Kupfertafeln.

Göttingen.

Georg H. Wigand.

1854.

Seinem verehrten Lehrer

Herrn

KARL FRIEDRICH HEUSINGER

in Marburg

hochachtungsvoll und dankbar

zugeeignet.

Ich habe immer gewünscht, mein verehrter Lehrer und Freund, Ihnen eine wissenschaftliche Arbeit widmen zu können, welche in besonderer Beziehung zu der mir stets in der Erinnerung schwebenden schönen Zeit stehen möchte, da ich mit strebsamen Jugendfreunden Ihren Lehrvorträgen in Würzburg folgte. Diesmal finde ich eine solche Arbeit und ich darf nicht länger säumen, Ihnen öffentlich meine Dankbarkeit zu bezeugen, da über ein Vierteljahrhundert zwischen heute und jenen Zeiten liegt und da Sie jüngst einen Sohn hieher gesendet haben, dessen Namen Sie unter den jungen Freunden finden, welche als Mitarbeiter an diesen neurologischen Untersuchungen Theil nahmen.

Ausserdem wurzeln in der That meine Studien über den Bau des Gehirns in Ihren Vorlesungen über Encephalotomie im Jahre 1825, wo Sie mit der Ihnen eigenthümlichen Klarheit und Präcision uns den Bau der Centraltheile des Nervensystems darstellten, so weit derselbe damals vorlag. Hier bekam ich zuerst eine Einsicht in dies Labyrinth an der Hand eines kundigen Führers. Seitdem hat mich der Gedanke nicht verlassen, einmal einen eigenen Schritt auf diesem Gebiete vorwärts zu thun.

Was ich hier vorlege, ist freilich nur ein Anfang auf einer neuen Bahn, welcher aber sicher weiter führt und — ich wage dies zu hoffen und auszusprechen — der gesammten Nervenphysiologie und dem damit zusammenhängenden phänomenologischen Theil der Psychologie einen festen Boden giebt. Noch zahlreiche kommende Geschlechter werden Arbeit finden in dem Studium der Hieroglyphen dieses wunderbaren Baues. Fertig werden wir damit niemals werden, aber auch an der unvollständigen, wenn nur

fortschreitenden Erkenntniss wollen wir uns erfreuen und Derer dankbar gedenken, welche uns auf den schwierigen Wegen der Forschung voranleuchteten.

Gestatten Sie für das, was Sie mir als theuerer Lehrer gewesen sind und dafür, dass Sie mich zuerst in Ihrer Zeitschrift für organische Physik in die schriftstellerische Thätigkeit einführten, Ihnen öffentlich meinen niemals erlöschenden Dank aussprechen zu dürfen.

Vorwort.

Ein unfreiwilliger, aus Gesundheitsrücksichten unternommener Aufenthalt in Italien, zunächst in Pisa, brachte mir im Winter 1846/47 Gelegenheit das Nervensystem des Zitterrochens zu untersuchen. Die hier gemachten Entdeckungen gaben zu einer Revision der Histologie des Nervensystems bei den Wirbelthieren Veranlassung, welche weiter zur Erörterung mancher physiologischer Fragen führte, die sich an das Nervensystem knüpften. In einer Reihe von Mittheilungen an die Königl. Societät der Wissenschaften gab ich eine Uebersicht der Hauptresultate meiner während der letzten 7 Jahre fortgeführten Forschungen und ich gedachte dieselben theils in Monographieen den Bänden der Abhandlungen der K. Societät einzuverleiben, theils zu einer systematischen Darstellung auszuarbeiten, welche als eine Ergänzung der in dem Handwörterbuch der Physiologie gelieferten Artikel über die gesammte Nervenphysiologie dienen und in Supplementen zum Handwörterbuch publicirt werden sollte. Wie weit ich dies ausführen kann, wird von der Zukunft abhängen.

Die auszüglichen Mittheilungen, welche ich unserer Societät vorlegte, sind in derer Bülletin publizirt worden, welches den Ti-

tel führt: „Nachrichten von der Georg Augusts Universität und der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen“, die seit einigen Jahren als eine besondere Beilage unserer seit länger als einem Jahrhundert erscheinenden „gelehrten Anzeiger“ beigegeben werden und auch im Buchhandel besonders zu haben sind.

Nach der Natur dieser Publikation sind meine Untersuchungen weniger in die Hände der Fachgenossen gekommen, als wenn ich dieselben in Zeitschriften, die unseren Spezial-Fächern gewidmet sind, publizirt hätte. Jedoch hat das Journal l'Institut wie aus allen Mittheilungen unserer Societät davon regelmässige Referate gegeben. Um die Verbreitung in Deutschland zu fördern, habe ich zwar Separatabdrücke an Fachgenossen gesendet, mit welchen ich in Verbindung stehe, aber demohngeachtet bin ich öfter um solche Mittheilungen angegangen worden, welche ich später wegen Mangels an Abdrücken nicht befriedigen konnte. Aus diesem Grunde entspreche ich hier dem mehrfach geäusserten Wunsche, diese kleinen Aufsätze zusammen abdrucken zu lassen. Ausser einigen Stylverbesserungen und der Weglassung mehrerer rein persönlicher Bemerkungen ist nichts geändert worden. In Anmerkungen und Nachträgen, welche alle mit der Angabe: „Späterer Zusatz“ bezeichnet sind, habe ich theils sächliche, theils historische Verhältnisse zu erläutern gesucht.

Hinzugefügt wurde eine mit dem Inhalte des Ganzen im strengen Zusammenhange stehende Recension über Stannius Neurologie der Fische. Auch haben mir die Herren Professor Stannius in Rostock, Professor Ecker in Freiburg und Dr. L. Schrader dahier gestattet, drei kleine Aufsätze beizufügen, welche ich in ihrem Namen unserer Societät vorgelegt hatte und die sich ebenfalls enge an die hier behandelten Materien anschliessen. Herr Dr. Czermak in Prag erlaubte mir gleichfalls eine briefliche Mittheilung über Herzversuche abdrucken zu lassen.

So viel als thunlich habe ich die chronologische Folge beibehalten; in einigen Fällen wich ich davon ab, um das seiner Materie nach zusammengehörige nicht zu trennen.

Die am Schlusse beigefügte Selbst-Recension der italienischen Uebersetzung meiner in der Augsburger Allgemeinen Zeitung abgedruckten „physiologischen Briefe“, in denen verwandte Materien zur Sprache kamen, möge als Antwort für mehrfache Anfragen dienen.

Göttingen, den 18. Juni 1854.

Rudolph Wagner.

Uebersicht des Inhalts.

Seite.

Erklärung der Kupfertafeln.

1) Neue Untersuchungen über die Elemente der Nervensubstanz. 1. Febr. 1847 1

2) Fortgesetzte Untersuchungen über die Verbreitung der Nerven im elektrischen Organ des Zitterrochens. 18 April 1847 4

3) Weitere Untersuchungen über die Struktur der Ganglien. 18. April 1847 6

4) Späterer Zusatz. 8

5) Fortsetzung der Untersuchungen über die elektrischen Fische. 9. December 1848 22

6) Beobachtungen des Dr. Th. Bilharz in Caïro über den Zitterwels, mitgetheilt vom Prof. Ecker in Freiburg. 2. Mai 1853 30

7) Untersuchungen über die Contractilität der Milz. 28. Juli 1849 . . . 33

8) Späterer Zusatz 39

9) Neurologische Untersuchungen. 7. Febr. 1850 41

10) Späterer Zusatz. 54

11) Das peripherische Nervensystem der Fische, anatomisch und physiologisch untersucht von Dr. Hermann Stannius. 8., 11. u. 13. April 1850 59

12) Neurologische Untersuchungen von H. Stannius. 25. April 1850 . . 85

13) Neue Versuche über das Verhältniss der Innervation zur Muskelirritabilität mit besonderer Rücksicht auf Herzbewegung. 7. Oktober 1850 . 93

14) Bericht über die gemeinschaftlich mit Herrn Billroth aus Greifswald und Herrn Meissner aus Hannover in Triest am Zitterrochen angestellten Beobachtungen. 8. Oktober 1851 108

15) Ueber das Vorhandensein bisher unbekannter eigenthümlicher Tastkörperchen *(corpuscula tactus)* in den Gefühlswärzchen der menschlichen Haut und über die Endausbreitung sensitiver Nerven, von R. Wagner und G. Meissner. 26. Januar 1852. 117

16) Späterer Zusatz 127
17) Neurologische Untersuchungen. Seehste Fortsetzung. 31. März 1853 . 141
18) Späterer Zusatz. 155
19) Ueber die Elementar-Organisation des Gehirns. 16. Januar 1854. . . 157
20) Neurologiseke Untersuchungen. Aehte Fortsetzung. Ueber den Bau des Rückenmarks und die daraus resultirende Grundlage zu einer Theorie der Reflexbewegungen, Mitbewegungen und Mitempfindungen. 27. Februar 1854 173
21) Späterer Zusatz 187
22) Neurologische Untersuchungen. Neunte Fortsetzung. Experimente über die Innervation des Herzens. 25. März 1854 215
23) Späterer Zusatz, mit einer Mittheilung von J. Czermak 226
24) Ueber die Erzeugung des Diabetes bei Kaninchen durch Verletzung einer Stelle des verlängerten Marks auf dem Boden der vierten Hirnhöhle, von L. Schrader. 20. Februar 1852 233
25) Lettere fisiologiche 242

Erklärung der Kupfertafeln.*)

Tab. I.

Fig. 1. Zwei multipolare Ganglienzellen aus der *substantia ferruginea* unter dem *locus coeruleus* vom Menschen. Man sieht bei *a* eine Commissurfaser, welche beide Ganglien verbindet.

Fig. 2. Zwei Ganglienzellen aus der *Ala cinerea* der *Medulla* vom Hund, bei *a* durch eine kurze Commissur verbunden.

Fig. 3. Eine Ganglienzelle mit sehr langem, am Ende getheilten Fortsatz nach der einen Seite abgehend und mit 2 an der andern Seite, von denen einer in der Längsrichtung, der andere nach der Quere abgeht, aus der *Ala cinerea* des Hundes.

Fig. 4. Ganglienzelle mit langem Fortsatz nach einer Seite und zahlreichen feinen Fortsätzen, welche von der Ganglienzelle wie die Wurzelfasern einer Zwiebel entspringen, aus dem Ammonshorn des Menschen. Eine ächte perlschnurförmig gegliederte Fibrille entspringt bei *a*.

Fig. 5. Ein feingranulirter abgerissener Fortsatz einer multipolaren Ganglienzelle aus dem *Locus coeruleus* des Menschen, von dem ein Seitenast bei *b* abgebrochen ist, geht in *c* in eine doppelt contourirte Nervenfaser *d* über, aus welcher, wo sie abriss, in *e* ein Axencylinder heraustritt.

Fig. 6. Gleichfalls aus dem *locus coeruleus* des Menschen, ein sehr feiner Fortsatz *a* theilt sich noch in *b* und *b* in zwei Aeste, von denen jeder in eine doppeleontourirte feine Nervenfibrille *c*, *c* übergeht; bei *d* tritt ein Axencylinder heraus.

Tab. II.

Fig. 1. Eine multipolare Ganglienzelle aus dem kleinen Gehirn des Menschen in der Rindensubstanz. In *a* entspringt, mehr seitlich als gewöhnlich

*) Sämmtliche Figuren sind bei 4—500maliger Vergrösserung gezeichnet. Wenn man die ersten Abbildungen über die hier behandelten Verhältnisse von Purkinje (Bericht der Versammlung deutscher Naturforscher in Prag. S. 174) vergleicht, so wird man den neueren grossen Fortschritt in unserer Erkenntniss nicht verkennen. Die Abbildungen sind einfach gehalten und machen keinen Anspruch auf künstlerische Vollendung. Sie sollen bloss zur Erläuterung der Beschreibung dienen.

ein Fortsatz, der nach dem Centrum gerichtet ist; die beiden stark gespreizten Fortsätze *b* treten gegen die Peripherie gerichtet aus, gehen in Aeste *c*, *c*, *c*, über, aus deren weiterer Verästelung endlich feine Endäste von $^1/_{1000}$ Millim. entstehen. Die Aeste sind zwischen Kerne und feinkernige Masse eingebettet, welche auch bei *d*, *d*, zu sehen sind. Ein mit Kernen besetztes Capillargefäss *e* liegt auf einem Aste der Zelle und dient zur Vergleichung der Durchmesserverhältnisse mit den Ausläufern der Ganglienzelle; ein abgerissener getheilter Fortsatz einer anderen ähnlichen Zelle liegt in *f* auf.

Fig. 2. Einige Kerne und feinkernige Masse aus der gelbbraunen Schicht der Randwülste des kleinen Gehirns des Menschen, wo die verschieden feinen Fasern eintreten, von denen die feinsten $^1/_{1000}$ Millim. messen und von den feinsten Fortsätzen der Ganglienzellen (s. Fig. 1) nicht zu unterscheiden sind.

Fig. 3. Eine Ganglienzelle wie Fig. 1, wo der Fortsatz *a* den gewöhnlichen Ursprung hat, während sich der Fortsatz *b* in feinere und feinste Aeste theilt.

Fig. 4. Eine ähnliche Ganglienzelle aus dem kleinen Gehirn des Kaninchens, wo zuweilen zwei Fortsätze *a*, *a* an dem einen Pol vorkommen, von welcher der eine bei * deutlich in eine feine variköse Faser überzugehen schien.

Fig. 5. Eine bipolare Ganglienzelle aus einem Spinalganglion des Hundes, der Fortsatz *a* ist kurz abgerissen, der Fortsatz *b* länger und fein granulirt, wie die Fortsätze in Fig. 1—3. (Hier ist nur eine Contourzeichnung gegeben).

Fig. 6. Eine andere Ganglienzelle aus einem Spinalganglion vom Hund; der kurze Fortsatz nach der einen Seite theilt sich in zwei Schenkel, wovon der eine *b* dünner. Ob die Ganglienzelle unipolar oder bipolar (resp. tripolar), ist zweifelhaft; da sie in *c* mutilirt scheint, so könnte der Fortsatz hier abgerissen sein.

Fig. 7. Aus einer sehr schönen und deutlichen Endtheilung der Primitivfasern aus dem Herzen des Hechts, höchst wahrscheinlich aus der Verzweigung an der inneren Herzwand (was nicht mehr sicher ausgemittelt werden konnte) weil das Herz zerstückelt und zerfasert worden war. Ich habe kaum je deutlichere Faserenden gesehen. Jede Fibrille (es waren deren mehrere) verlor in *a* ihre doppelten, dunklen Contouren, wurde blass; die beiden Aeste zeigten streckenweise (*c*, *c*, *c*) wieder dunkle Contouren, streckenweise nicht; eine Theilung bei *b* abgebrochen, die andere in eine ganz deutliche feinste Endspitze auslaufend, also freie Endigung.

Neue Untersuchungen über die Elemente der Nervensubstanz.

(Der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften vorgelegt am 1. Februar 1847.)

Wer sich mit der genaueren mikroskopischen Untersuchung der Nerven beschäftigt hat, weiss, dass wir hier noch über viele wichtige Fragen keine Antwort haben und bei dem Versuch, sie zu erörtern, auf grosse Schwierigkeiten stossen, wie nicht leicht in einem anderen Felde der feineren Anatomie. Immer mehr habe ich die Ueberzeugung gewonnen, dass man nicht einmal die peripherische Endigung der Nerven richtig kennt, geschweige die übrigen, viel dunkleren Verhältnisse über den Bau der Ganglien und die innere Struktur der Centraltheile. Was ich selbst früher für schlingenförmige Endigung der Primitivfasern in den Gehörorganen angab, kann ich als solche jetzt nicht mehr annehmen.

Von der Richtigkeit der Erkenntniss der letzten anatomischen Bedingungen der Anordnung des Nervensystems hängt aber die Sicherheit unsrer physiologischen Ansichten ab. Und nach dem, was ich neuerdings gesehen, muss ich glauben, dass unsre jetzigen Ansichten über die Mechanik des Nervenprinzips einige Aenderungen werden erleiden müssen.

Lange habe ich nach einem Objekt gesucht, wo sich diese Verhältnisse dem Beobachter mit hinreichender Klarheit darbieten möchten. Immer habe ich geglaubt, dass der elektrische Rochen (Torpedo) hierfür sich günstig erweisen würde. Valentin's Erkenntniss der grossen Ganglienkörper in dem elektrischen Lappen, Savi's Nachweisung der Theilung der Primitivfasern in den elektrischen Organen musste schon so etwas vermuthen lassen.

Indess war ich doch überrascht, eine Reihe ganz neuer Thatsachen zu finden, die ich hier einstweilen der königlichen Societät aphoristisch vorlege, in der Hoffnung, binnen Kurzem, wenn es Zeit und Kräfte erlauben, eine ausführliche, mit den nöthigen bildlichen Darstellungen versehene Arbeit übergeben zu können.

Folgendes sind die Hauptresultate meiner bisherigen Untersuchungen.

1) Die dichotomische Theilung und netzartige Verzweigung der Primitivfasern, wie sie Paolo Savi im elektrischen Organe nachgewiesen hat, ist über allem Zweifel erhaben und beim ersten Blick durch das Mikroskop zu erkennen. Sie ist jedoch weit complicirter, als sie jener Beobachter angab.

2) Jede ursprüngliche, vom Hirne auslaufende Primitivfaser theilt sich im Zellgewebe, das die Säulchen des elektrischen Organs umspinnt und scheidet, in eine Anzahl (12 — 15) ansehnlicher Aeste.

3) Auf eine höchst merkwürdige Weise nimmt die Dicke der Primitivfaser, sowohl in ihrem Markinhalte, als in ihrer Scheide, von den Nervenstämmen gegen die Peripherie zu, wo die Faser zuletzt fast keulenförmig anschwillt.

4) Von diesem Ende entspringen aus einem Punkte jene 12—15 Aeste, deren Masse zusammengenommen jene des dicken Endes der Primitivfaser abermals beträchtlich übertrifft.

5) Die genannten Aeste, von ihren Scheiden begleitet, verzweigen sich dichotomisch auf den sogenannten Querblättchen der Säulen des elektrischen Organs, verbinden sich nicht sowohl untereinander, als mit den ähnlichen Aesten anderer Primitivfasern. Sie bilden dann ein weitmaschiges Netz, das ein sehr zierliches Ansehen hat und zwischen welches die minder feingetheilten Verzweigungen des Gefässystems hindurchgreifen.

6) Dies sind aber noch nicht die feinsten Nervenverästelungen. Denn aus diesen Maschennetzen erster Classe gehen erst wieder Zweige ab, welche sich ausserordentlich fein theilen und wieder netzförmig die letzten Elemente des elektrischen Organs (höchst zarte, fein granulirte, meist kernhaltige Zellen) umspinnen, so dass jede Zelle von einer Masche der letzten Nervenendigung umgeben ist.

7) Was die Ganglien betrifft, so habe ich in allen Spinalganglien, in den Ganglien der Kiemenzweige des *vagus*, im grossen Wurzelganglion des *trigeminus* im Wesentlichen ganz gleiche Verhältnisse gefunden. Ueberall nämlich, wo eine scharfe Beobachtung möglich ist, tritt jede Primitivfaser in der Nervenwurzel aus den Centraltheilen (Hirn und Rückenmark) an eine Ganglienzelle, und ich halte es für sehr zweifelhaft, ob es überhaupt in den Ganglien einfache, bloss durchstreichende Primitivfasern giebt, d. h. solche, die nicht eine Verbindung mit einer Ganglienzelle eingehen.

8) Jede Ganglienzelle, die eine Primitivfaser vom Centrum kommend aufgenommen hat, giebt nach der Peripherie wieder eine Faser an ihrem entgegengesetzten Ende ab. Das Mark mit der doppelten Contour lässt sich zuweilen bis in die Zelle hinein verfolgen.

9) Diese unter Nro. 7 und 8 erwähnten merkwürdigen Verhältnisse kommen gerade so bei den gewöhnlichen Rochen *(Raja)* vor und dürften wohl bei dem Menschen und bei den Wirbelthieren allgemein sein. Bei den genannten Fischen sind sie nur viel leichter nachweisbar, da das Zellgewebe sparsam ist und die Kernfasern oder Remak'schen Fasern ganz zu fehlen scheinen.

10) In den Centraltheilen, d. h. dem elektrischen Lappen, sind die Verhältnisse etwas anders und viel schwerer erkennbar. Von jedem der sehr grossen Ganglienkörper entspringen wahrscheinlich eine grössere Anzahl, d. h. immer mehr als zwei Primitivfasern.

11) Es zeigen sich noch eine Menge anderer sehr interessanter Verhältnisse bei diesem Thiere sehr klar, die nach den bisherigen Untersuchungen beim Menschen und den übrigen Wirbelthieren noch zweifelhaft waren. So ist es namentlich gewiss, dass jede Primitivfaser nur aus zwei Elementen besteht, nämlich: *a)* aus einer sehr verschieden dicken Scheide und *b)* aus dem Nervenmark, das im frischen Zustande ganz homogen ist und weder doppelte Contouren, noch einen Axencylinder hat.

12) Eben so wichtige Resultate gehen aus der (noch nicht abgeschlossenen) Untersuchung der Statistik der sogenannten dicken und dünnen Nervenprimitivfasern in verschiedenen Partieen des

Nervensystems hervor. So scheint z. B. das elektrische Organ bloss breite Fasern zu erhalten. Von den Ganglienzellen aber entspringen bald breite, bald schmale Fasern.

Pisa, den 31. December 1846.

Fortgesetzte Untersuchungen über die Verbreitung der Nerven im elektrischen Organe des Zitterrochens.

(Der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften vorgelegt am 18. April 1847.)

In meiner letzten Mittheilung, welche ich nach zu Ende vorigen Jahres und Anfangs Januar d. J. gemachten Untersuchungen der Königlichen Societät vorzulegen die Ehre hatte, glaubte ich im elektrischen Organe des Zitterrochens nicht blos die Theilung der Nervenprimitivfasern, nach der Angabe des Herrn Paolo Savi, unter gewissen Modificationen bestätigen zu können, sondern ich hielt auch die maschenartige Verbindung der verzweigten Primitivfasern-Aeste für richtig. Neuere Untersuchungen, mit vorzüglichen Linsen angestellt, haben mich jedoch überzeugt, dass eine solche Aestebildung keineswegs stattfindet. Die Bildung ist vielmehr folgende: Jede Primitivfaser der *rami electrici n. vagi et trigemini*, nachdem sie einen Durchmesser von $^1/_{100}$ Linie und darüber erreicht hat, theilt sich auf die früher beschriebene Weise fächer- oder doldenförmig in eine Anzahl aus einem Punkte entspringender Aeste von ziemlich gleichem Durchmesser. Ich nenne diese: Aeste erster Ordnung. Habe ich früher deren nur 12 bis 15 gezählt, so konnte ich in einzelnen selteneren Fällen deren selbst 25 wahrnehmen, welche als Maximum von dem Ende einer Primitivfaser ausstrahlen. Diese Aeste erster Ordnung laufen eine Strecke ungetheilt fort, penetriren zwischen die queren Scheidewände der Säulchen des elektrischen Organs und verbreiten sich hier. Ich habe nunmehr mit anhaltender Sorgfalt einzelne Aeste in ihrer ganzen Ausdehnung verfolgt und gefunden, dass sie baumartig, meist dichotomisch, sehr selten dreitheilig ramificiren, ohne jedoch weder mit den andern Aesten ihrer eigenen Primitivfaser, noch mit denen anderer Primitivfasern schlingenartige Verbindungen einzugehen. Der Schein mehrerer

aufeinander liegender Verästelungen hat Herrn Savi getäuscht und die Vergrösserungen seines Amici'schen Instrumentes waren nicht hinlänglich stark und klar. Wie ich schon früher erwähnte, waren aber die eigentlichen Endigungen im Parenchym bisher ganz unbekannt. Von den genannten Aesten erster Ordnung entspringen Aeste zweiter Ordnung. Die Endzweige nämlich verlieren ihr Mark mit dunkeln Contouren, werden blasser und vertheilen sich dann in sehr feine Aeste zerfallend, zuletzt im feinkörnigen Parenchym des elektrischen Organs, auf der Innenwand der mit Flüssigkeit gefüllten Säckchen. Sie sind hier, wo sie eine Feinheit von $^1/_{800}$ bis $^1/_{1000}$ Linie erreichen, sehr schwer bis ans Ende zu verfolgen. Jedoch habe ich mich überzeugt, dass sie auch hier keine Maschenbildung mit andern Endverzweigungen eingehen. Die Herren P. Savi und Matteucci haben sich von der Richtigkeit dieser Beobachtung überzeugt, und der Letztere hat die Bildung sehr richtig mit den feinen Verästelungen der Pflanzenwurzeln in der Erde verglichen.

Diese Thatsachen scheinen mir deshalb auch von grosser Wichtigkeit für die Physiologie, weil sie das Gesetz der isolirten Leitung der Primitivfasern, auch wenn dieselben, wie hier, ramificiren, bestätigen. Auf eine sehr merkwürdige bisher völlig unbekannte Weise, sehen wir, wie das Nervenprincip von den elektrischen Lappen des Gehirns auf die dicken Primitivfasern, als Leitungsorgane, übertragen und von hier strahlenförmig nach der Peripherie durch die fächerförmig entspringenden Zweige erster Ordnung weiter getragen wird, indem es zuletzt durch die feinsten Endverzweigungen unmittelbar in den Molekeln des elektrischen Organs entladen wird. Ein neuerer Schriftsteller hat die anatomische Annahme von Endschlingen der Nerven für einen physiologischen Unsinn erklärt. Für die motorischen Fasern geht aus obiger Anordnung eine neue Ansicht über die Mechanik des Nervenprinzips hervor. Vielleicht findet in den Muskeln etwas Aehnliches statt. Denn so viel schwerer auch die Nervenendigungen hier zu verfolgen sind, so hat es mir doch in dem durchsichtigen unteren Augenlied der Frösche scheinen wollen, als ob hier die letzten Verzweigungen der Nerven einige Aehnlichkeit mit denen des elektrischen Organs hätten.

Das elektrische Organ verhält sich in Bezug auf die Natur seiner Nerven anatomisch und physiologisch ganz wie ein willkürlicher Muskel; in ersterer Hinsicht selbst im eminenten Sinne, denn es enthält nur breite Nervenprimitivfasern und entbehrt, wie es scheint, der feinen sogenannten sympathischen Fasern gänzlich, welche nur höchstens die grösseren Gefässe des Organs begleiten. Auch erlischt die Reizbarkeit des elektrischen Organs, d. h. die Fähigkeit desselben auf Reizung seiner Nerven galvanoskopisch präparirte Froschschenkel in Zuckungen zu versetzen, genau zu gleicher Zeit mit der Reizbarkeit der willkürlichen Muskeln, z. B. bei Reizung der Zweige des *plexus brachialis*. Zwei Stunden, nachdem der Zitterrochen keine willkürlichen Schläge mehr gab und, um sich dieses unphysiologischen Ausdrucks zu bedienen, todt zu sein schien, konnten elektrische Entladungen und Muskelcontractionen noch durch mechanische Reizung der Nervenenden, so wie durch Reizung mit einem einfachen Plattenpaare hervorgebracht werden. Nach $2^1/_2$ Stunden war dies nur möglich, wenn man eine stärkere Batterie von 25 Elementen nach der Construction von Faraday anwendete.

Weitere Untersuchungen über die Structur der Ganglien.

Ich habe in einer früheren Mittheilung vom 31. Dec. v. J. die Königliche Societät von dem höchst merkwürdigen Verhalten der Nervenprimitivfasern in den Ganglien in Kenntniss gesetzt. In mehreren tausend Fällen habe ich neuerdings diese Bildung, und zwar nicht blos bei den Knorpelfischen, sondern auch bei andern Wirbelthieren nur bestätigt gefunden. In allen Cerebrospinalganglien nämlich tritt eine Primitivfaser vom Centrum kommend an eine Ganglienzelle, welche gegen die Peripherie hin am entgegengesetzten Pol wieder eine Primitivfaser entlässt. Neuerlichst habe ich diese merkwürdige Bildung auch in den sympathischen Ganglien des Unterleibs gefunden. Viel schwieriger, aber immer deutlich genug, gelingt es auch hier, an jeder Ganglienkugel eine eintretende und eine austretende Primitivfaser wahrzunehmen. Die Ganglienkugeln sind hier im Allgemeinen kleiner

und, auch bei den Rochen, wie bei den höheren Wirbelthieren (jedoch nicht in dem Grade) von Zellgewebsfasern und Knötchenfibrillen umsponnen. Mit dieser Entdeckung geräth denn die ganze Lehre vom sympathischen Nerven und von der Bedeutung der Ganglienzellen als Ursprungsorgane neuer Fasern und der Ganglien überhaupt, als Centralorgane, in eine neue Verwirrung.

Was das Verhältniss der Faserdimensionen betrifft, so fand ich übrigens beim Zitterrochen und den verwandten Fischen im Allgemeinen dieselben Gesetze, wie sie bisher beim Menschen und den übrigen Wirbelthieren nachgewiesen wurden. Die Nerven der Chylifications- und Fortpflanzungsorgane bekommen weit mehr feine als dicke Fasern.

Aus dem Institut vom 3. März 1847 ersehe ich, dass Herr Robin in Paris unter dem 13. Februar der *Société philomatique* eine Abhandlung mitgetheilt hat, welche in den Spinalganglien der Rochen und übrigen Wirbelthiere dieselbe Structur der Ganglien nachweist, wie ich sie bereits für alle Cerobospinalganglien erkannt und früherhin der Königl. Societät mitgetheilt habe, daher ich wohl die Priorität dieser Entdeckung in Anspruch nehmen kann. Interessant war mir die Bestätigung durch Herrn Robin, dessen sehr fleissige Abhandlung in ihren Angaben grösstentheils mit meinen Untersuchungen übereinstimmt. Nur kann ich bis jetzt die Meinung dieses Forschers nicht theilen, als gäbe es, den beiden Fasersystemen entsprechend, zweierlei Klassen von Ganglienzellen, die einen für die Empfindungsnervenfasern, die andern für die sympathischen Fasern. Erstens finde ich so zahlreiche Uebergänge von den dicken zu den feinen Fasern, dass mir die Annahme eigner nutritiver Fasern, die ich selbst bisher behauptet hatte, wieder zweifelhaft wurde. Ein noch wichtigeres Argument scheint mir aber in der von mir gefundenen Thatsache zu liegen, dass nämlich von einzelnen Zellen der sympathischen Ganglien, z. B. am Magen, wirklich Fasern entspringen, welche in ihrem Durchmesser mit denen der breiten Cerebrospinalfasern übereinstimmen.

Pisa, den 4. April 1847.

Späterer Zusatz.

Vorstehende drei kurze Berichte an die Societät der Wissenschaft bilden den Ausgangspunkt und die Grundlage aller folgenden Untersuchungen, welche eine Revision der für die Physiologie des Nervensystems wichtigsten Punkte der feineren Neurologie beabsichtigten.

Drei bisher gar nicht oder in ganz anderem Sinne beantwortete Punkte wurden hierdurch schon vorläufig festgestellt.

1) Dass die Nervenprimitivfasern sich in zahlreiche Aeste theilen.

2) Dass die letzten Enden der Nervenprimitivfasern nicht schlingenförmig verbunden sind, sondern frei auslaufen.

3) Dass in den Spinalganglien alle vom Rückenmark austretenden Fasern sich mit Ganglienzellen combiniren, in der Weise, dass je eine Ganglienzelle an den beiden Polen nach Centrum und Peripherie eine Primitivfaser abgiebt.

4) Dass auch in den Ganglien der Cerebralnerven, namentlich des *trigeminus* und *vagus*, dann in den Abdominal-Ganglien, solche bipolare Ganglienzellen mit Faserursprüngen nach Peripherie und Centrum gerichtet, vorkommen.

Das in Pisa zu Ende des Jahres 1846 und zu Anfang 1847 gewonnene, hier in seinen Hauptresultaten gegebene Material wurde in zwei Abhandlungen zusammengestellt, welche im Laufe des Sommers 1847 erschienen.

Die erste Abhandlung *) gab bildliche Darstellungen dieser Verhältnisse und fügte zugleich in einem Anhange das Verhältniss der Nervenendigung in den Froschmuskeln hinzu, welche sich mir als sehr ähnlich denen im elektrischen Organ ergaben.

---

*) Neue Untersuchungen über den Bau und die Endigung der Nerven und die Structur der Ganglien, Supplement zu der „Icones physiologicae." Leipzig, 1847. Mit 1 Kupfertafel.

In der zweiten Abhandlung *) gab ich eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse meiner Beobachtungen mit zahlreicheren Abbildungen und theoretischen Betrachtungen.

Was zuerst die Theilung betrifft, so war es mir bisher ganz unbekannt geblieben, dass man Theilung von Nervenprimitivfasern überhaupt beobachtet hatte. Die Abhandlung von Paolo Savi**) war mir erst im Jahre 1846 in Pisa zu Gesicht gekommen und sie ist es, welche mir den Anstoss zu allen folgenden Untersuchungen gab. Savi hatte sich überzeugt, dass die Primitivfasern auf den dünnen Scheidewänden des elektrischen Organs sich gabelförmig theilen, glaubte aber, wie er auch abbildet ***), dass die feinsten Fasern mit einander in sechseckigen Maschen sich wieder verbinden und so ein geschlossenes Netzwerk darstellen. Savi war daher auch genöthigt, wie bisher seit Prevost und Dumas immer allgemeiner geschah, eine schliessliche Endigung der Primitivfasern in geschlossenen Schlingen anzunehmen.

Bei der Feinheit und Schwierigkeit des Gegenstandes gelang mir es zwar bei meinem ersten Bericht (s. S. 2, Nro. 1) die dichotomische Theilung sofort wahrzunehmen, aber auch den Irrthum der netzartigen Verbindung zu theilen. Diess verbesserte ich erst im zweiten Bericht (s. S. 5).

Dass bisher überhaupt, ausser von Savi, eine Theilung der Primitivfasern beobachtet worden sei, war mir unbekannt geblieben; denn die bekannte Annahme Schwanns, der im Mesenterium der Frösche aus den sogenannten Primitivfasern der Nerven sehr viel feinere Fasern hervorgehen sah, konnte nicht hieher bezogen werden. Erst aus einem Aufsatz bei Ludwig †) erfuhr ich, dass Müller und Brücke die Theilung in den Muskeln gesehen. Dieselben sagen in der That: „Bei einer Reihe von Beobachtungen, welche Brücke und ich an den Augenmuskeln des Hechts anstellten, sahen wir hier sehr oft wirkliche Theilungen

---

*) Sympathischer Nerv, Ganglienstructur und Nervenendigungen. Im Handwörterb. d. Physiol. Bd. III. Abth. 1. S. 360.

**) Études anatomiques sur le système nerveux et sur l'organe électrique de la torpille. Als Anhang zu Matteucci's Traité des phénomènes électrophysiologiques des animaux. Paris 1844.

***) Planche I. Fig. 3.

†) Müller's Archiv f. 1848, S. 141.

von Nervenröhren in zwei Röhren, und wir haben Beispiele gehabt, wo von einer und derselben Faser zwei und selbst drei auf einander folgende Theilungen übersehen werden konnten, so dass wir die peripherische Theilung der Röhren als charakteristisch für die Muskeln ansehen *).

Seitdem sind nun theils von mir selbst, theils von anderen in der ganzen peripherischen Ausbreitung des Nervensystems die Theilungen der Primitivfasern gesehen worden und wahrscheinlich als ganz allgemein anzunehmen, und zwar sowohl in den Empfindungs- als Bewegungsnerven. Ich muss sie als sehr wahrscheinlich auch in den Endausbreitungen der Retina annehmen. Für entschieden festgestellt halte ich die Theilungen: in der Ausbreitung des Riechnerven, Hörnerven, in den Papillen der Zunge und der Haut, in den Pacinischen Körperchen, in den willkürlichen und unwillkürlichen Muskeln, auch im Herzen, in den serösen- und Schleimhäuten, in den secernirenden- und Gefässdrüsen aller Wirbelthiere.

Diese Thatsache ist in zweifacher Hinsicht sehr wichtig.

Erstens musste dadurch die ganze Lehre von den Faser-Dimensionen, von dem Verhältnisse der sogenannten dicken und dünnen Fasern und deren Gesetzmässigkeit in der Vertheilung in den Geweben, von dem Vorhandensein einer eigenthümlichen Klasse dünner Fasern, der sogenannten sympathischen Fasern, wesentlich afficirt werden.

Insbesondere (wie ich schon früher darauf hinwies) musste eine Revision der von Bidder und Volkmann herausgegebenen, in vieler Beziehung noch heute als trefflich geltenden Abhandlung **) und der darin ausgesprochenen Grundsätze angenommen werden, welche aber immer noch ein Desiderat ist.

Wenn auch die Theilung der Primitivfasern vorzüglich in den Endplexus und in den Endausbreitungen vorkommt, so findet sie sich doch auch bereits in den Aesten der Nerven, nur viel sparsamer. Da die frühere Lehre von dem ungetheilten Verlauf einmal erschüttert ist, so lässt sich wenigstens die Möglichkeit der

*) Handb. d. Physiol. des Menschen v. Joh. Müller. 4. Aufl. Bd. I. S. 524.

**) Die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems durch anatomische Untersuchungen nachgewiesen. Leipzig 1842.

Theilung schon innerhalb einzelner Ganglien denken und ich glaube selbst solche Theilungen, wenn auch nur selten, gesehen zu haben. Es ist merkwürdig, dass Bidder und Volkmann bei ihren so höchst fleissigen Untersuchungen beim Frosch auf die hier so klaren Theilungen gar nicht aufmerksam wurden und dieselben ganz übersahen.

Glücklicher Weise wird ein sehr wichtiges Fundamentalgesetz der Nervenphysiologie, das der isolirten Leitung der Primitivfasern, nicht umgestossen. Dieses Gesetz wurde zwar zunächst auf Fontana's Grundanschauung basirt, wornach man bis in die letzte Zeit allgemein annahm, dass die Elementarfäden oder Primitivfasern der Nerven zwischen Gehirn und Endausbreitung in den einzelnen Körpertheilen keine Aeste abgäben oder aufnähmen, sondern ungetheilt verliefen. E. H. Weber, der immer einen grossen Werth auf das Gesetz der isolirten Leitung legte, zeigte übrigens noch neuerdings auf überzeugende Weise, dass die Endtheilung der Primitivfasern den physiologischen Ansichten, auch in der Funktion der Gefühlsnerven, nicht nur nicht entgegen, sondern sogar günstig ist. *)

Diese nunmehr unzweifelhaft feststehende anatomische Thatsache von der Theilung der peripherischen Nervenprimitivfasern eröffnet aber zweitens eine neue Reihe interessanter physiologischer Fragen.

Zunächst drängt sich die Frage auf: Mischen sich die auf die Endpunkte und Zweige einer so getheilten sensitiven Primitivfaser einwirkenden Erregungen zuletzt in dem ungetheilten Stamm und dem Ende dieses Leitungskanals der Eindrücke im Gehirn zu einer Resultante oder nicht?

Diese Frage experimentell zu entscheiden, ist ungemein schwierig und was hierüber gesagt werden kann, ist dem Kreise der Hypothese schwer zu entrücken. Ich verweise zunächst auf die geistreichen Bemerkungen Lotze's, der mir hier mit Einwürfen entgegentritt, deren Werth ich anerkennen muss. **)

---

*) E. H. Weber über den Raumsinn und die Empfindungskreise in der Haut und im Auge. Berichte der math. physikal. Klasse der Leipziger Akademie f. 1852, S. 115.

**) Medicinische Psychologie. Leipzig. 1852. S. 401.

Wenn ich in dieser ganzen Sammlung von Abhandlungen zwar zunächst nur auf die Wirbelthiere und den Menschen Rücksicht nehme, so will ich doch hier eines Punktes gedenken, der für die Physiologie der niedersten Thiere von grosser Wichtigkeit ist. Neuere Erfahrungen, in deren Hinsicht ich vorzüglich auf die schöne Abhandlung von Meissner über *Mermis* verweise *), machen es wahrscheinlich, dass bei niederen Thieren die Eindrücke der peripherischen Endpunkte der Nerven nicht in isolirten Bahnen den Centralganglien zugeführt werden, sondern dass die Primitivfasern ganz in ungetheilte Nervenstämme verschmelzen. Hier sind, wie mir scheint, zweierlei Fälle möglich. Entweder es mischen sich in einem solchen Nervenstamme die von den Primitivfasern zugeleiteten Erregungen innerhalb desselben zu einer Resultante oder es werden die Erregungen einzelner Primitivfasern in einzelnen, gleichsam isolirten Reihen von Nervenmolecülen zu den Centralganglien fortgeleitet. Das letztere anzunehmen, ist freilich sehr unwahrscheinlich. Für das erstere könnte die Thatsache sprechen, dass in der That bei so niedrig organisirten Thieren gewiss nur wenige räumlich distinkte Empfindungen und Bewegungen ausgelöst zu werden brauchen. Es ist in der Regel nur erforderlich, dass überhaupt auf Reize Bewegungen erfolgen, und es kann daher sogar für die Lebensbedingungen dieser Thiere zweckmässiger sein, wenn die Einrichtung so ist, dass von vielen Punkten aus immer zugleich auf viele Punkte, seien es centrale oder peripherische, ein Anstoss erfolgt.

Ein anderes wichtiges Moment, das sich an das Vorhandensein der Theilungen bei Wirbelthieren knüpft, ist dies, dass bei einer sehr grossen Raumersparung die Zahl der im Centrum (Gehirn und Rückenmark) repräsentirten Enden der Primitivfasern in der Peripherie ausserordentlich multiplicirt werden kann, womit die Feinheit und Energie der Gewebe der empfindenden und bewegenden Theile gewiss vielfach im Zusammenhange steht. Auch bei der ausserordentlichen Verfeinerung der Primitivfasern im Gehirn und Rückenmark würden doch wohl nicht für alle einzelne Endpunkte der Nerven in der Peripherie centrale Fasern Platz gehabt haben.

*) Siebold's und Kölliker's Zeitschrift für wissensch. Zoologie. S. 234.

Aus dieser Thatsache erwächst aber ein sehr grosses und schwer zu lösendes Problem, nämlich die Darstellung der einzelnen Provinzen, wohin sich die Primitivfasern ausbreiten, die Frage nach der Grösse und gegenseitigen Anordnung dieser Provinzen in den verschiedenen Körpertheilen. Offenbar dienen die Endplexus der Nerven für diese Verhältnisse und es findet hier ein Austausch der Fasern statt. Unsere Lücken in der Kenntniss des Raumsinns, die Beantwortung der Frage, ob es neben den sensitiven und willkürlich oder automatisch erregbaren motorischen Fasern auch excitomotorische im Sinne von Marshall Hall giebt, hängen damit zusammen.

Was den zweiten Satz betrifft, so war bekanntlich die Frage nach den Enden der Primitivfasern in der Peripherie noch eine völlig offene, auch eine von Müller und Brücke bei Gelegenheit der Theilung nicht berührte.

Man war um die Zeit der Publication meiner ersten Beobachtungen so ziemlich allgemein der Meinung von den peripherischen Endschlingen geworden; etwa nur in den Pacini'schen Körperchen nahm man keine Endschlingen an. Ich selbst war ganz den Endschlingen zugethan und hatte besonders die Gehörnerven zu Anschauungen dieser Verhältnisse gewählt *), bis ich im Jahre 1845 die ersten Zweifel gegen meine eigenen Beobachtungen ausspraeh **), während Joh. Müller noch im Jahre vorher sagte: „Im Gehörorgan sind die Schlingen zwischen zwei Fasern unzweifelhaft, ob sie in den Muskeln wirklich sind, ist weniger sicher". ***)

Die Lehre von den Endschlingen ist noch heute nicht ganz erledigt, obwohl ich subjektiv von der Nichtexistenz der Endschlingen überzeugt bin. Nachdem Prevost und Dumas sie in den Muskeln behauptet, wollte sie Valentin für alle Nerven als

---

*) S. Icones physiologicae. Edit I. Tab. XXI. Fig. VII. u. XXIX. Fig. XIV. Worüber schon Todd und Bowman physiologieal anatomy, part III, pag. 85, sehr gut sagen: „We believe we have seen this mode of termination, though certainly never so plainly as the Figure given would indicate." Sehr richtig, denn man zeichnet mikroskopisch ja leider immer noch deutlicher, als man wirklich sieht!

**) Lehrb. d. Physiol. 3te Aufl. S. 443 u. 444.

***) Handb. d. Physiol. 4te Aufl. S. 524.

allgemeinen Typus feststellen und es ging demselben wie mir, er gab davon sehr anschauliche Bilder. Demohngeachtet und trotz unsrer seitdem so grossen Fortschritte in der feineren Anatomie der Nerven, muss man Valentin's Arbeit *) noch heute als eine sehr ausgezeichnete anerkennen. Sie gab, nebst den Arbeiten Ehrenberg's, die Fundamente für unsere heutige Nervenhistologie. Auch Kölliker, offenbar jetzt einer der vorzüglichsten und jedenfalls mit dem ganzen Umfange des histologischen Details am meisten vertrauten Forscher, redet den Nervenschlingen noch in seinen zahlreichen Abhandlungen und Werken das Wort. Die Theorie, die ja leider noch in so vielen Theilen der Physiologie auf sehr schwachen Füssen steht, hat sich bis jetzt sowohl mit den Schlingen, als mit den freien Enden abzufinden gewusst. Und man kann ihr diess wahrlich von Seite der exakten Wissenschaften nicht zum Vorwurf machen, da es noch nicht lange her ist, dass auf einem so strengen Gebiet, wie der Optik, es möglich war, dass von zwei sich ausschliessenden Theorien, der Emanations- und Undulations-Theorie, jede einen grossen Theil der Erscheinungen befriedigend erklärte.

Carus schloss theoretisch, dass die Primitivfasern „nothwendig auch zurücklaufen müssen" und gründete dann seine weiteren Betrachtungen auf das thatsächliche Vorhandensein der Endschlingen **) Gerade umgekehrt konnte Volkmann die Endschlingen theoretisch nicht brauchen und sprach sich gegen dieselben aus, indem er sich darüber ausdrückt: „in der Nervenphysik sind die Schlingen nicht nur etwas Räthselhaftes, sondern etwas Unbrauchbares, und man möchte sagen Absurdes."

Ich wurde zuerst nicht von theoretischer Seite, sondern rein vom Standpunkt der Beobachtung aus, von dem Studium der Endverbreitung der Nerven im elektrischen Organ und in den Muskeln zur Bekämpfung der Schlingen geführt, theoretisch aber dann besonders durch Volkmann's geistreiche Betrachtungen und durch eigene Ueberzeugung gegen die Schlingen einge-

*) Nova acta naturae curiosorum. Vol. XVIII. Pars I. 1835.
**) System der Physiologie. Bd. III. 1840. S. 59 u. f.
***) Artikel: Nervenphysiologie. S. 563.

nommen. Für die motorischen Organe glaubte ich die Schlingen eliminiren zu können, für die sensiblen war ich zweifelhaft.

Meine Forschungen weiter fortzusetzen, wurde ich wesentlich angeregt durch eine Mittheilung von E. Dubois Reymond. Derselbe schrieb mir *): „Sie haben der elektrischen Nervenphysik, indem Sie endlich das Gespenst der Schlingen verscheuchten, welches Paolo Savi noch kurz vorher mit neuer Kraft ausgerüstet hatte, den allerwesentlichsten Dienst geleistet. Es war mir so gut wie unmöglich, mit den Schlingen etwas Vernünftiges in theoretischer Hinsicht anzufangen, meine Absicht ging dahin, bevor ich mich über diesen Punkt auszusprechen hätte, selbst noch eine Untersuchung anzustellen, der ich durch Ihre Entdeckungen nun glücklicher Weise überhoben bin.“ In einem späteren Briefe spricht derselbe auf geistreich-witzige Weise von den Nervenschlingen, „in denen die Physiologen sich hätten wie Krammetsvögel fangen lassen.“

Ich muss dankbar erkennen, dass diese Aeusserungen von Dubois mich wesentlich ermuthigten, meine mühsamen Untersuchungen fortzusetzen, je weniger ich von Seite spezieller Fachgenossen, die meine Untersuchungen grösstentheils ignorirten, dazu aufgemuntert wurde. Das Studium von Dubois' Arbeiten gab mir zugleich einen mächtigen Impuls, mich überhaupt mit den Innervationserscheinungen zu beschäftigen, da sie mehr als alle bisherigen eine Einsicht in die so dunkeln Vorgänge der Nerventhätigkeit versprachen. Ich wollte aber durchaus auf meinem ursprünglichen Standpunkt bleiben und von der anatomischen Grundlage aus weiter vordringen.

Hier ist es der Ort, von dem Standpunkte zu sprechen, den eine neuere Richtung in der Physiologie einnimmt, welche geringschätzig auf diese Bestrebungen herabsieht, und welcher, so weit sie sich überhebt, auf das Entschiedenste entgegen zu treten Pflicht ist.

Um nur ein Beispiel zu erwähnen, will ich an die nicht lange erschienene schätzbare Schrift von Eckhard erinnern, wo

*) Aus Berlin d. d. 7. Januar 1849. Vgl. auch Dubois Untersuchungen über thierische Elektrizität. 2ten Bandes 1ste Abtheilung. S. 582.

dieser fleissige Experimentator auf eine höchst einseitige und, um keinen stärkern Ausdruck zu gebrauchen, unangenehm vornehm thuende Weise schon in der Vorrede und dann im weiteren Verlauf auf die anatomischen Untersuchungen herabsieht, als ob sich ohne diese im Gebiet der organischen Naturlehre irgend ein sicherer Fortschritt gewinnen lasse.

Glücklicher Weise kann diese Bemerkung keine Anwendung finden auf wirklich originale und geistvolle Forscher, wie Dubois, dessen universelle Bildung, wie sie sich in allen seinen Schriften, bis auf die Lobrede auf Erman, zeigt, ihn vor derartigen Einseitigkeiten sicher bewahrt.

Nur dadurch, dass man allen gründlichen und sich gegenseitig ergänzenden Forschungen eines so vieler Hilfswissenschaften bedürftigen Faches, wie der Physiologie, ihren Werth lässt und Denen, die sich damit beschäftigen, die schickliche Achtung bezeugt, wird eine gefährliche Einseitigkeit vermieden, welche dem Experiment ausschliessliche Berechtigung zuschreiben will, während im Gebiete der organischen Naturlehre für alle Zeiten Beobachtung und Experiment als sich gegenseitig ergänzende Erkenntnissquellen zu betrachten sind.

Ich habe hier noch einiger Arbeiten zu gedenken, welche seitdem über das elektrische Organ des Zitterrochens erschienen sind.

Valentin, welcher auch nach der Publikation meiner Arbeiten „einfaserige Bogenschlingen in vielen quergestreiften Muskeln auch in neueren Beobachtungen gesehen haben will“ *), beschrieb und bildete ebenfalls im elektrischen Organe von Zitterrochen, welche er ziemlich frisch in Salz verpackt von der Küste erhalten hatte, schlingenartige Verbindungen, wahre Anastomosen in den Endverbreitungen ab. **)

Bei näherer Betrachtung der Abbildung möchte ich mich jedoch mit Sicherheit dahin aussprechen, dass Valentin trotz aller Vorsicht zwei übereinander liegende Netze in zwei Plättchen des elektrischen Organs unter den Augen gehabt hat. Vielleicht war

*) Lehrb. d. Physiol. Bd. II. Abth. 3. S. 595.
**) Ebendas. S. 598. Tab. II. Fig. 7.

in Folge der Salzverpackung auch die Trennung und Untersuchung der Plättchen schwieriger, als bei ganz frischen Thieren, wie ich sie früher und später stets zur Untersuchung hatte. Ich wage diese Behauptung bei aller Hochachtung gegen einen so genauen und vieljährigen mikroskopischen Forscher.

Von ganz anderer Art sind die Anastomosen, welche ein nicht minder trefflicher Beobachter beschreibt. Ecker sagt, bei Gelegenheit einer Besprechung und Bestätigung meiner hieher gehörigen Untersuchungen: „Was nun die Endigungsweise der Fasern betrifft, so glaubte ich bei meinen ersten Untersuchungen zahlreiche Anastomosen der embryonalen Fasern zu sehen. Ich erkannte später das Unrichtige dieser Ansicht und das Vorhandensein zahlreicher freier Enden; allein ich glaube auch jetzt die Anastomosen nicht gänzlich läugnen zu dürfen.“ *) Die von Ecker bei einem Embryo gesehene und abgebildete Anastomose ist ganz anderer Natur und stört hier gar nicht. Es ist ein Faserast, welcher sich theilt. Die beiden Aeste treten nach kurzem Verlauf wieder zu einem einfachen Ast zusammen, aus welchem erst die Endäste entspringen. Man könnte diese Bildung zwei verwachsenen Baumästen vergleichen, die dann zusammen weiter freie Endäste treiben. Gegen solche, immerhin auch seltene, Anastomosen habe ich gar nichts.

Zuletzt muss ich auf die neuesten Abbildungen über diesen Gegenstand verweisen, die Früchte einer gemeinschaftlichen Reise und Untersuchung in Triest von Billroth, Meissner und mir im Herbst 1851. **)

Was den dritten Hauptpunkt jener ersten Beobachtungsreihe betrifft, nämlich die Combination je einer Primitivfaser mit je einer Ganglienzelle und die darauf gegründete Unterscheidung bipolarer Ganglienkörper, welche einen Umsturz unserer ganzen bisherigen Lehre von den Ganglien bewirkte, so ist derselbe,

---

*) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. I. S. 41. Tab. IV. A. Fig. 2.

**) Icones physiol. Edit. nova cur. Ecker. Tab. XIII. Fig. VII.

wenn auch nicht gleichzeitig *), doch jedenfalls unabhängig von mir in Paris von Robin und in Dorpat von Bidder und Reichert festgestellt worden.

Auch hierüber haben sich Controversen erhoben. Da dieses Verhältniss noch weiter in den neurologischen Untersuchungen vorkommt, so beschränke ich mich hier auf einige der wichtigsten der in Betracht kommenden Fragen.

1) Verlaufen beide Fasersehenkel immer entgegengesetzt nach Centrum und Peripherie oder können beide auch peripherisch verlaufen?

Die Entscheidung dieser Frage — das ist klar — ist fundamental. Verlaufen die Fasern nach Centrum und Peripherie, so ist die Ganglienzelle bloss ein in den Verlauf der Fasern eingeschaltetes Element, das mit der Faser vom Centrum (Gehirn und Rückenmark) erregt wird oder diesen von den Peripherien aus Eindrücke zuführt. Verlaufen beide Fasersehenkel peripherisch, so ist die eingeschlossene Ganglienzelle selbst ein Centralorgan und ohne Verbindung mit Hirn- und Rückenmark oder mit einem andern als Centralorgan fungirenden Ganglienzellen-Apparat.

Die letzte Ansicht ist es nun, welche ein vortrefflicher Beobachter, Bidder, aufgestellt hat, gestützt auf eine Ansicht, wovon er eine Abbildung gab **).

Schon früher habe ich mich über die etwaige Bedeutung dieser Beobachtung ausgesprochen ***).

Ohne Bidder's Gründe verkennen oder seine Ansicht verwerfen zu wollen, bleibe ich doch aus folgenden Gründen bis heute bei meiner früheren Ansicht.

a) Kommen solche Ansichten so überaus selten vor, dass sie um so geringere Bedeutung haben, je weniger sicher die Ge-

---

*) Ueber die Priorität kann kein Zweifel sein, da meine Beobachtungen am 31. Dec. 1846 an die Societät in Göttingen abgeschickt und derselben am 1. Februar 1847 vorgelegt worden sind. Robin's erste Vorlagen erfolgten an die Société philomatique am 13. Februar. Die Arbeiten von Bidder erschienen erst im Verlauf des Sommers, doch waren die Resultate schon Ende 1846 brieflich an Volkmann mitgetheilt worden.

**) Zur Lehre von dem Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern. Leipzig. 1847.

***) Handwörterbuch, Bd. III Abth. I. S. 459.

währ ist, dass wirklich beide Fasern schliesslich nach einer, insbesondere der peripherischen Richtung, verlaufen.

b) Sind nach den bisherigen Erfahrungen bei den Wirbelthieren bipolare Ganglienzellen mit Sicherheit nur in sensitiven Primitivfasern eingeschaltet gefunden worden, nämlich nur in den Spinal-Ganglien, Vagus- und Trigeminus-Ganglien, in den Primitivfasern der Hörnerven und vielleicht der Sehnerven (*Retina*). Jene Bidder'schen Ganglien müssten aber nothwendig mit motorischen Fasern verbunden sein, denn was sollte eine solche Anordnung in sensitiven Fasern für einen Zweck haben, wo es die centripetale Fortleitung der Reize, die Uebertragung derselben auf das Gehirn, oder, wenn es sich blos um Reflexe handelt, wenigstens auf das Rückenmark betrifft.

c) Nach den neueren Erfahrungen wird es überhaupt zweifelhaft, ob bipolare Ganglienkörper als Glieder eines Central-Apparats zu betrachten sind. Ich muss bis jetzt an der Ansicht fest halten, dass bei den Wirbelthieren bipolare Ganglienzellen nur Glieder der Leitungswege sind, und zwar nur der sensitiven, resp. centripetalen und dass nur die multipolaren Ganglienkörper die Funktion kleiner Central-Organe haben. Doch gebe ich zu, dass es noch nicht an der Zeit ist, hierüber entscheidende Aussprüche zu thun.

2) Kommen diese bipolaren Ganglien-Körper blos im Verlaufe sensitiver Fasern vor, sind sie bei allen Wirbelthieren das wesentliche Konstituens der Spinal-Ganglien und haben sie in so ferne eine Bedeutung für die Mechanik der Innervation in den sensitiven Fasern, stehen sie mithin mit dem **Bell**'schen Gesetz in Causal-Verbindung?

Diese von mir bisher stets bejahend beantworteten Fragen haben insbesondere an Kölliker einen entschiedenen Gegner gefunden.

Kölliker behauptet an sehr verschiedenen Stellen seiner Schriften, dass dies von mir, Robin und Bidder beschriebene Verhältniss des Baues der Spinalganglien nur für die Fische gelte, während für die höheren, namentlich warmblütigen Thiere diese Anordnung nicht bestehe; wie aber diese Anordnung mit

dem Bell'schen Gesetz irgend im Zusammenhange stehe, dafür erklärt er kein Verständniss zu haben.

Zahlreiche eigene Untersuchungen führen mich zu folgenden Ueberzeugungen.

a) Ein sicheres Ergebniss bei dem Versuche, die Spinalganglien und die ihnen verwandten Wurzelganglien des *vagus* und *trigeminus* vollständig in ihre Elementartheile aufzulösen, lässt sich annäherungsweise nur bei den Plagiostomen, unvollkommen bei einigen anderen Fischen erzielen. Hier überzeugt man sich, dass alle Primitivfasern der hinteren Rückenmarkswurzeln ohne Ausnahme sich mit je einer Ganglienzelle kombiniren, und dass weder apolare noch unipolare Ganglienzellen vorkommen.

b) Bei den übrigen Wirbelthieren gelingt die Zerfaserung wegen der grossen Verfilzung der Masse der Ganglions weit schwerer; man weiss nicht mit Sicherheit, ob unipolare oder apolare Ganglienzellen mutilirte bipolare sind oder nicht. Bipolare finden sich ebenfalls, so wie manchmal auch tripolare oder anscheinende unipolare, welche am einen Ende zwei Faser-Ursprünge, zuweilen von ungleicher Stärke, wahrnehmen lassen. Diese Wirbelthiere sind also zur sicheren Entscheidung der Frage nicht geeignet.

c) Es bleibt hier mithin nur übrig, dass man das Gesetz der Analogie geltend mache. Diesem mangelt aber eine objektive Basis. Die Wirbelthiere haben allerdings einen so übereinstimmenden Charakter und Typus, dass auch die grössten Zweifler an einem Gesetze der Analogie zugeben werden, dass z. B. kein Wirbelthier je wird aufgefunden werden, wo das Gehirn sich in der Magengegend und der Magen sich in der Schädelkapsel ausbildet. Dass aber die *Chorda dorsalis* beim Menschen und den höheren Wirbelthieren eine nur vorübergehende, bei den Fischen eine bleibende Bildung ist, muss zugegeben werden. In dem gegenwärtigen Fall handelt es sich darum, ob bei einer anerkannt sehr gleichen Anordnung und Funktion des Rückenmarks, der beiden Rückenmarks-Nervenwurzeln, der Ganglien und Primitivfasern auch eine Uebereinstimmung der in Frage kommenden Verhältnisse zwischen Ganglienzellen und Primitivfasern gefolgert werden darf, das nur bei den einzelnen Wirbelthieren leichter, bei den anderen schwieriger erkannt werden könne.

Hier muss sieh der einzelne Forscher schlüssig maehen, wie weit für ihn das Gesetz der Analogie zwingend ist. Ieh bekenne mich unbedingt dazu, dass es meiner physiologisehen Ueberzeugung unmöglich ist, ein so höchst wichtiges, fundamentales Verhältniss im Bau bei ganz gleicher Funktion in der Reihe der Wirbelthiere mir verschieden zu denken. Nach einer mündliehen Unterhaltung mit Johannes Müller ist derselbe vollständig mit mir gleicher Ansicht.

d) Da ich nun bis jetzt niemals eine solehe Anordnung, d. h. bauehig zu einer Ganglienzelle erweiterte Primitivfasern in andern, als sensiblen Nerven gefunden habe, da bei allen Wirbelthieren ohne Ausnahme nur die hinteren sensiblen Wurzeln Ganglien haben, niemals die vorderen, so sehliesse ieh, dass diese Bildung mit der Meehanik der eentripetallaufenden Fasern im Zusammenhange stehe. Da nun das Bell'sehe Gesetz auf der Annahme einer fundamental verschiedenen Leitungsrichtung in sensitiven und motorischen Fasern beruht, da die von Dubois nachgewiesene Mögliehkeit, dass beiderlei Fasern unter dem Einfluss stärkerer elektrischer Reize in doppelter Richtung leiten können, doch dass Bell'sche Gesetz in so ferne nicht aufhebt, als während des Lebens im normalen Zustande eine Fortpflanzung der Reize in doppelter Richtung nicht stattfindet, so halte ieh für möglich, dass jene anatomische Einschiebung der Ganglienzellen damit im Zusammenhange steht. Dies ist nur Vermuthung; welehe gar nichts Ungereimtes enthält, für welche aber ein strikter Beweis nicht vorliegt.

Eben so halte ieh zur Zeit für unbeweisbar, ob bei den höheren Wirbelthieren vielleieht neben den Fasern mit bipolaren Ganglienzellen auch andere unipolare vorkommen, welche nur nach der Peripherie eine oder mehrere Fasern abgeben. Naeh den bisherigen Untersuchungen lässt sich die Möglichkeit nicht bestreiten, eben so wenig aber die Möglichkeit, dass alle die unipolaren Ganglienzellen wie die apolaren verstümmelte bipolare sind.

Fortsetzung der Untersuchungen über die elektrischen Fische.

(Der K. Gesellschaft der Wissenschaften mitgetheilt in der öffentlichen Sitzung am 9. December 1848.)

Seitdem ich die Ehre hatte, der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften meine Untersuchungen über den feineren Bau des elektrischen Organs im Zitterrochen vorzulegen, habe ich meine Beobachtungen auch auf andere elektrische Fische auszudehnen gesucht, um namentlich das Nervensystem, insbesondere das Gehirn, einer näheren Betrachtung und Vergleichung zu unterwerfen.

Aus zwei Gesichtspunkten glaubte ich diese Untersuchungen fruchtbar für die Erkenntniss der Funktionen der Centraltheile des Nervensystems. Einmal musste die anatomische Constatirung der Frage von Wichtigkeit sein, ob unter allen Verhältnissen gewisse gesonderte Centralorgane (Ganglienmassen) mit Gehirn oder Rückenmark combinirt sind, worin die Nerven für das elektrische Organ ihren Ursprung nehmen, oder ob die für diese Gebilde zu postulirende Gangliensubstanz manchmal, statt äusserlich sichtbar zu sein, an verschiedene Punkte in das Innere des Gehirns oder Rückenmarks eingesenkt ist. Die zweite Frage ist die, ob, wenn der erste Fall allgemein vorkommt, der ursprüngliche Plan des Hirnbaus, den wir bei den Fischen unter allen Wirbelthieren am klarsten und in seiner einfachsten Form festgehalten sehen, durch die Erscheinung solcher accessorischer Ganglien eine Alteration erleidet oder ob sich jene Organe dem allgemeinen Plane fügen oder nur weitere Entwickelungen bereits vorhandener Abtheilungen des Gehirns sind.

Hier konnten theils die allgemeinen Ideen, die wir durch die vergleichende Encephalotomie der Wirbelthiere gewonnen haben, den leitenden Faden in der Betrachtung geben, theils aber die vorhandenen speciellen Erfahrungen, die wir über diejenigen Fische besitzen, denen besondere reichlich mit Nerven versehene, aber nicht zum allgemeinen Plan der Organisation der Fische gehörige Organe zukommen. Ich erinnere hier nur an einen der gemeinsten Fische, den Karpfen, dessen contractiles Organ am Gaumen seine Nerven von ein Paar grossen Hirnganglien erhält, welche zu beiden Seiten des verlängerten Marks liegen. Aehnliche mit dem Anfange des Rückenmarks verbundene, zwei Reihen bildende Central-Ganglienpaare kommen bei *Trigla* vor, wo die starken Nerven für die ersten fingerförmig abgelösten Flossenstrahlen von denselben ihren Ursprung nehmen. Ein paar sehr grosse, der Hirnsubstanz ähnliche, Ganglien liegen beim Zitterroehen auf der hinteren Fläche des verlängerten Marks über der Rautengrube und geben den elektrischen Nerven ihren Ursprung. Durch anatomische Untersuchungen, wie durch physiologische Experimente habe ich die Angaben des Professors Matteucci in Pisa bestätigen können, dass diese Ganglien, wie schon von Anderen angenommen war, die nervösen Centralgebilde für die elektrischen Organe darstellen, und es ist mir, wie ich an einem anderen Orte gezeigt habe, gelungen, den Zusammenhang der zuerst von Valentin hier entdeckten sehr grossen Ganglienkörper mit den Ursprüngen der peripherischen Primitivfasern der *rami electrici* des *n. trigeminus* und *vagus* bis zu einem Grade grösster Wahrscheinlichkeit nachzuweisen.

Nach dieser so höchst augenfälligen und keinen Zweifel über die Selbstständigkeit elektrischer Centralganglien übrig lassenden Bildung, muss man dies Vorkommen bei *Torpedo* als den Ausgangspunkt für eine Vergleichung mit den übrigen elektrischen Fischen hinstellen. Von diesen kannte man bisher nur die Hirnbildung bei *Narcine*, einer in den brasilianischen Gewässern lebenden Gattung elektrischer Rochen, und *Gymnotus* etwas genauer. Ueber diese beiden Fische hat Valentin in seinen Beiträgen zur Anatomie des Zitter-Aals seine Beobachtungen und Ansichten mitgetheilt. Bei *Narcine* scheint die Bildung, wie im Voraus zu erwarten war, derjenigen von *Torpedo* sehr verwandt, obwohl der

Zustand des Gehirns der im Weingeist aufbewahrten Thiere Valentin nur erlaubte, den Ursprung der Nerven und die Anwesenheit ähnlicher grosser Ganglienkörper wie bei *Torpedo* zu constatiren. Beim Zitter-Aal nimmt Valentin einen eigenen bergähnlichen, unpaaren Lappen als elektrischen Lappen an, der sich vom kleinen Gehirn aus nach vorne erstreckt und die *lobi optici* ganz bedeckt.

Ich habe vom *Gymnotus electricus*, der bekanntlich in den Flüssen von Süd-Amerika lebt, ein sehr grosses fast 4 Fuss langes Exemplar aus Amsterdam im Handel und ein zweites kleineres durch die Güte unseres Herrn Collegen Berthold aus dem zoologischen Museum der hiesigen Universität zur anatomischen Untersuchung gehabt. Ich finde die Abbildung und Beschreibung, die Valentin von ein paar ganz ähnlichen Exemplaren gegeben hat, im Wesentlichen richtig, nur kann ich mit seiner Deutung nicht übereinstimmen. Ich halte den erwähnten grossen Lappen, den Valentin sogar zum Mittelgehirn rechnet, für nichts mehr und nichts weniger, als für ein sehr entwickeltes kleines Gehirn, wie es übrigens manche andere Fische, denen jede Spur von einem elektrischen Organe mangelt, in noch stärkerer Entwickelung zukommt. Dies ist z. B. der Fall beim Thunfisch (*Thynnus vulgaris*) und bei der Makrele (*Scomber scombrus*). Dass dieser Lappen, also das kleine Gehirn, der nervöse Centraltheil für die elektrischen Organe sei, ist mir im hohen Grade zweifelhaft, theils aus der Vergleichung der Hirnbildung des gewöhnlichen Welses mit dem Zitterwels, theils aber aus allgemeinen Principien, welche ich aus der Anatomie und Physiologie der Centraltheile des Nervensystems überhaupt ableite. Eine sichere Entscheidung wird freilich nur das Experiment an lebenden Thieren geben können.

Vom Zitterwels (*Malapterurus electricus*), der im Nil lebt, erhielt ich durch die Güte des Herrn Paeini in Pisa ein paar Exemplare in Weingeist, in denen das Gehirn noch sehr wohl erhalten war. Das Gehirn dieses Fisches ist meines Wissens noch nicht beschrieben. Auch hier fällt auf den ersten Blick die starke Entwickelung des kleinen Gehirns auf, welches sehr viele Aehnlichkeit mit dem kleinen Gehirne des Zitter-Aals hat. Eben deshalb könnte man (freilich mit Nichtbeachtung der eben bezeichneten Gegengründe) verleitet werden, dies kleine Gehirn zugleich

für den elektrischen Lappen, für das Organ zu halten, welches den beiden *lobi electrici* des Zitterrochens entspricht. Dies wird aber durch die Vergleichung des Gehirns des gemeinen Welses (*Silurus glanis*) widerlegt, welcher ein ganz eben so entwickeltes und gebautes kleines Gehirn hat und dessen Gehirn überhaupt in der Anordnung seiner Theile und deren relativer Entwickelung mit dem Gehirne des Zitterwelses auffallend übereinstimmt, so dass kaum ein wesentlicher Unterschied wahrzunehmen ist. Der Nerve für das elektrische Organ entspringt, wie Pacini richtig angibt, aus dem Anfangstheile des Rückenmarks, ohne dass hier eine Anschwellung vorkäme. Das Ganglion des Nerven selbst hat die Bedeutung eines peripherischen und enthält wahrscheinlich bloss die Elemente für die sensiblen Hautnerven. Auf dem Boden der vierten Hirnhöhle (Rautengrube) kommen ein paar kleine schwache Anschwellungen vor, die aber kaum entwickelter sind, als ein paar ähnliche flache Hügel beim gemeinen Wels.

Aber auch aus anderen allgemein morphologischen und physiologischen Gründen glaube ich die Ansicht, wornach das kleine Gehirn Sitz der nervösen Centrirung für die elektrischen Werkzeuge sein könne, für höchst zweifelhaft halten zu müssen.

So weit wir bis jetzt die Organisation und die functionelle Bedeutung der einzelnen Hirnpartieen kennen, — deren Plan noch dazu bei den Fischen am allerdeutlichsten vorliegt — , enthalten die vor dem Nachhirn oder verlängerten Mark liegenden Theile, nämlich Hinterhirn (kleines Gehirn), Mittelhirn *(lobi optici,* dritter Ventrikel, *lobi inferiores)* und Vorderhirn *(lobi olfactorii)* als solche niemals Elemente, welche nicht zu deren normaler Function oder der hier entspringenden Nerven, als Riech- und Sehnerve, gehören. Die verschiedene Entwickelung der einzelnen Hirnpartieen ist bis jetzt nicht immer klar physiologisch zu begründen, steht aber häufig im directen Zusammenhang mit der Stärke der Entwickelung gewisser Organe, welche ihre nervöse Centrirung eben in den entsprechenden Hirnpartieen haben. Ein auffallendes Beispiel gewähren die *lobi optici* der Fische, welche im geraden Verhältniss zur Grösse der Augen und der Stärke der Sehnerven bei den einzelnen Gattungen und Arten stehen.

Es scheint ferner ein allgemeines Gesetz, dass eine Vervielf-

fältigung der centralen Ganglienpaare, aus denen das Fischgehirn in seinen grösseren, äusserlich sichtbaren Abtheilungen zusammengesetzt wird, nur nach hinten vom kleinen Gehirn stattfindet, indem sich seitlich oder oberhalb des verlängerten Marks solche Ganglien meist symmetrisch, seltner unpaar in der Mittellinie ausbilden. Die topische Entwickelung scheint durch die Nervenursprünge bedingt zu werden und steht meist mit der relativen Entwickelung des *n. vagus* im Zusammenhang, wofür der elektrische Rochen und der Karpfe als Beispiele dienen können. Entwickeln sich aber am oberen Ende des Rückenmarks besonders starke Nerven, wie bei *Trigla*, so kommen an dieser Stelle die Ganglien vor.

Die Hirnbildung der aalartigen Fische zeigt mancherlei Variationen in den einzelnen Gattungen, ohne von diesem Prinzipe abzuweichen. Es variiren nun die einzelnen Hirnabtheilungen in der Grösse. So ist z. B. bei *Gymnotus electricus* das kleine Gehirn sehr entwickelt. Die *lobi optici* und *olfactorii* treten dagegen zurück, und auch die Wurzelanschwellungen der Riechnerven *(tubercula olfactoria)* sind nur wenig entwickelt. Diese letzteren dagegen sind bei unserem gemeinen Aal *(Anguilla fluviatilis)* zugleich mit den *lobi olfactorii* sehr stark ausgebildet, während dagegen die *lobi optici* und das kleine Gehirn zurücktreten. Dies gab Veranlassung zu der Ansicht, die ich selbst früher theilte, dass sich ausser den gewöhnlichen *lobi olfactorii* noch ein zweites Paar weiter nach vorne fände. Dies ist aber nicht der Fall, sondern die scheinbare Abweichung wird bedingt durch eine stärkere Entwickelung und Abschnürung der *tubercula olfactoria*, nicht der *lobi olfactorii*, in ein vorderes und hinteres Paar. Die *lobi olfactorii* zeigen das eigenthümliche Ansehen, das bei allen Knochenfischen für dieselben so charakteristisch ist. Bei andern aalartigen Fischen, wie ich z. B. bei *Ammodytes* finde, dann nach Valentin bei *Lepidopus, Cepola* und *Ophidium*, bilden wieder die *lobi optici*, ganz nach Analogie der meisten Knochenfische, die grösste Hirnabtheilung.

Ein physiologischer Grund, warum der Sitz des elektrischen Organs nicht wohl im kleinen Gehirne zu suchen sein möchte, ist folgender. Das kleine Gehirn beherrscht nämlich nicht direct die einzelnen motorischen Organe des Körpers; es ist auch kein Re-

flector; auf seine Verletzungen folgen keine Convulsionen. Es scheint vielmehr bloss ein Organ für die Coordination der Bewegungen zu sein. Ueber keinen Theil des Gehirns stimmen die Experimente so zusammen, und die besten Experimentatoren in diesem Gebiete, wie Flourens und Hertwig, sind darüber einig; meine eigenen Versuche sagen durchaus dasselbe. Freilich sind diese Versuche fast nur an höheren Wirbelthieren, Säugethieren und Vögeln angestellt und bedürfen noch der Bestätigung bei den Fischen; eine Aufgabe, die ich mir demnächst stellen werde. Die Analogie im Bau der Wirbelthiere lässt hier aber kaum eine Ausnahme erwarten, obwohl allerdings meine Versuche am Frosch, wo das kleine Gehirn so wenig entwickelt ist, mich gewisse Modificationen in den unteren Wirbelthierklassen für möglich halten lassen. Die elektrischen Organe bedürfen jedenfalls zur Ausübung ihrer Thätigkeit eines mit hoher kräftiger Reflexaction begabten nervösen Centrums, was das kleine Gehirn jedenfalls nicht ist. Die elektrischen Organe verhalten sich, physiologisch betrachtet, durchaus wie willkürliche Muskeln. Beim elektrischen Rochen folgen die Entladungen sowohl auf directe Reizung der *lobi electrici*, wie indirect, durch Reizung der sensiblen Hautnerven, unter Mitwirkung jener *lobi*, also durch Reflex. Alles was wir vom Zitteraal wissen, weist auf dasselbe Gesetz hin. Auch zeigte schon Humboldt, dass die oberen paarigen elektrischen Organe beim Zitteraal sich isolirt, d. h. das rechte und linke jedes für sich, wie beim Zitterrochen, sich entladen können. Der Zitterrochen, der Zitteraal, der Zitterwels haben alle eine glatte, sehr nervenreiche, sensible Haut, deren Reizung besonders leicht Reflexbewegungen und reflectirte Entladungen hervorruft. Beim Zitterrochen befinden sich die *lobi electrici* im innigsten Zusammenhange mit dem stärksten nervösen Reflector, mit dem verlängerten Mark. Ich muss daher, wie früher aus morphologischen, so auch aus physiologischen Gründen, annehmen, dass beim Zitteraal und Zitterwels die Centraltheile für das elektrische Organ nicht im kleinen Gehirn, sondern in dem verlängerten Mark oder Rückenmark, als den beiden Reflexions-Organen, zu suchen sind.

Aeusserlich befinden sich aber weder am verlängerten Mark, noch am Rückenmark besondere Anschwellungen für die Nerven

des elektrischen Organs, welche mit denen von Trigla zu vergleichen wären. Valentin hat keine solchen gefunden, und das kleinere Exemplar von Gymnotus, dessen Rückenmark ich darauf untersuchte und das noch wohl erhalten war, zeigte ebenfalls nichts der Art. Will man daher nicht mit Valentin das kleine Gehirn als den Sitz der nervösen Centrirung der elektrischen Organe annehmen, so bleibt nichts übrig, als die Vermuthung, dass die dem elektrischen Organe vorstehende Ganglienmasse irgendwo im verlängerten Mark oder Rückenmark angehäuft sei, ohne eine äussere Anschwellung zu bilden, was wieder sehr auffallend wäre. Experimente an lebenden Thieren würden dies schnell entscheiden. Aber es kann noch lange dauern, bis hiezu Physiologen ihren Wohnsitz in Guyana oder am Nil aufschlagen. Vielleicht dürften im Weingeist recht wohl erhaltene Exemplare noch eine mikroskopische Analyse und Auffindung von ähnlichen grossen Ganglienkörpern, wie beim Zitterrochen, gewähren. Vielleicht bin ich selbst in nächster Zeit im Stande darüber Aufklärung zu geben, indem ich hoffen darf, bald frischere Exemplare vom Zitterwels und von den anderen so merkwürdigen, erst neuerdings als elektrische Fische erkannten Bewohnern des Nils, *Mormyrus* und *Gymnarchus*, aus Aegypten zu erhalten. Der in diesem Frühjahre für die Wissenschaft zu früh verstorbene, in der Blüthe seiner Jahre hingeraffte Professor Erdl in München hat uns kurze Beschreibungen der Hirnbildung dieser Fische hinterlassen, welche ohne Abbildungen nicht hinreichend verständlich sind, aber eine sehr eigenthümliche Organisation angeben. Durch die Güte des Herrn Prof. Andreas Wagner in München erhielt ich kürzlich ein wohl erhaltenes Exemplar des *Mormyrus oxyrhynchus*. Die Organe, welche Dr. Gemminger in seiner Inauguralabhandlung zuerst beschrieb und welche Erdl für elektrische hielt, zeigen allerdings einen Bau, der sie dafür ansprechen lässt. Sie nähern sich am meisten denen von Gymnotus, sind aber auch von diesen wieder beträchtlich verschieden und geben einen Beleg für die Mannichfaltigkeit in der Architektonik bei Organen von gleicher Function, analog, wie wir dies in der Architektonik der absondernden Drüsen sehen. Das ziemlich wohlerhaltene Gehirn des mittelgrossen Exemplars zeigt eine so eigenthümliche Anordnung, wie man sie bisher kaum bei

einem andern Knochenfisch gefunden hat. Der erste Anblick erinnert sogar an die Hirnbildung mancher Säugethiere, wie z. B. der Insectivoren.

Sobald ich vollständigeres Material zu neuen Untersuchungen erhalte, werde ich mir erlauben, der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften die ausführlichen Darstellungen dieser Verhältnisse, durch die nöthigen Zeichnungen versinnlicht, vorzulegen.

Diese Untersuchungen gewinnen einen neuen Reiz durch die gegenwärtige Richtung der Physiologie, welche wieder mit Eifer die räthselhaften Verwandtschafts-Verhältnisse zu verfolgen angefangen hat, die sich zwischen Elektricität und Nervenkraft von Neuem anknüpfen, nachdem man eine Zeit lang, nach den grossen Entdeckungen Galvani's und Volta's, ganz wieder davon abgeführt zu werden schien. Ein ausgezeichnetes Werk von Hrn. Emil du Bois Reymond in Berlin, welches so eben über thierische Elektricität erschienen ist, gibt neue Hoffnungen zu einem weiteren Fortschritt in der Lösung dieser wichtigen Frage, welche, wie die nach dem Verhältniss von Magnetismus, Licht und Wärme zur Elektricität, recht eigentlich den Mittelpunkt der höchsten Probleme für die Naturforschung unserer Tage darstellt.

Beobachtungen des Dr. Th. Bilharz in Caïro über den Zitterwels,

mitgetheilt vom Prof. A. Ecker in Freiburg.

(Der Königl. Societät vorgelegt am 2. Mai 1853 von R. Wagner.)

Mein junger Freund Dr. Bilharz ersuchte mich bei seiner Abreise von hier nach Caïro um Angabe der Objecte, deren Erforschung von meinem Standpunkte ich für besonders wichtig hielte. Ich empfahl ihm vor Allem die Neurologie und Nervenhistologie der electrischen Nilfische, vor allen des *Malapterurus*, dann aber auch des *Mormyrus* und im glücklichen Fall, des *Gymnarchus*.

Unterm 28. Februar d. J. schreibt mir Hr. Dr. Bilharz aus Caïro Folgendes:

„Der electrische Nerv des *Malapterurus* entspringt aus dem „Rückenmark, in der Höhe des ersten Halswirbels, beiderseits dicht „an der vorderen Längsfurche. Etwas nach oben von ihm ent„springen zwei paarige graue Nerven, die in derselben Scheide „mit ihm bis zum Ganglion des zweiten Halsnerven sich begeben, „an dessen vorderer (Bauch-) Fläche hinziehend. Nachdem sie „(die beiden grauen Nerven) einige Fädchen in das Ganglion ge„schickt, begeben sie sich mit den beiden aus dem Ganglion tre„tenden weissen Nerven zur Brustflosse. Das Ganglion besteht „eigentlich aus zwei sehr eng verbundenen Anschwellungen der „beiden hintern Wurzeln des zweiten Halsnerven. Jede dieser „Anschwellungen erhält ein Fädchen, die eine unmittelbar aus dem „*N. lateralis*, die andere wahrscheinlich mittelbar aus demselben. „Der electrische Nerve geht mit keinem dieser Theile innere Ver-

„bindungen ein, trennt sich bald nach dem Ganglion erst von dem „einen, dann von dem andern grauen Nerven und erhält von den „umgebenden Theilen, namentlich den zum Schwimmblasen-Gehör-„apparat gehörigen Knochen eine dicke Scheide von Bindegewebe. „Er schlägt sich dann am innern vordern Rand der Platte des „Springfederfortsatzes, sodann zwischen Seiten- und Hauptlappen „der Leber nach aussen und vorn, durchbohrt die Bauchmuskeln „und erreicht das elektrische Organ, wo er sich auf die bekannte „Weise vertheilt.

„Seine histologische Beschaffenheit ist eine höchst eigen-„thümliche. Er besteht aus einer einzigen Primitivfaser, „die sich in eben so viele Aeste und Zweige theilt, als Ner-„venäste und Zweige in das elektrische Organ eindringen."

Ueber Ursprung und Ende berichtet B. Folgendes:

„Der Nerve tritt zuerst zum Vorschein am obern Ende eines „länglichen grauen Markkerns, der in der Substanz des Rücken-„marks, dessen Unterfläche genähert, eingebettet liegt, in der Höhe „des ersten Halswirbels. Aus beiden Enden dieses Markkerns, „dem obern und untern, entspringen je einer der genannten, zur „Brustflosse gehenden grauen Nerven. Während diese gerade nach „vorn tretend, die Substanz des Rückenmarks auf dem geradesten „Wege durchbrechen, zieht der elektrische Nerv an der Vorder-„seite des grauen Markkerns herab, sich mit jenen kreuzend und „tritt unter denselben aus dem Rückenmark hervor. Während „jene zahlreiche breite Primitivfasern enthalten, besteht er aus ei-„ner dicken Röhre von heller, wie es scheint homogener Substanz „(Nervenhülle), deren Lumen mit ganz charakteristischer, doppelt „contourirter, aus Querrissen als abgerundeter Pfropf hervorge-„drängten Inhaltsmasse (Nervenmark) gefüllt ist, stellt somit eine „einzige kolossale Primitivfaser dar." Diese letztere That-sache kann ich bestätigen; ich habe Stückchen des Nerven, um sie durchsichtig und weich zu machen, einige Sekunden in Aetz-natronlösung aufkochen lassen, und mich dann überzeugt, dass der Stamm nur eine einzige dunkelrandige Primitivfaser enthält, welche einen Durchmesser von 0,025 *m. m.* (1/91 ‴) hat und von zahlreichen concentrischen Lamellen, fast wie ein Stiel des Pacini'schen Körper-chens eingeschlossen ist. Dr. Bilharz fährt weiter fort, wie folgt:

„Die genannten Verhältnisse bleiben sich gleich bis zum Eintritt „in das elektrische Organ, mit Ausnahme, dass der nur in der Nach- „barschaft des Ganglion, wie oben bemerkt, eine dicke Scheibe „von Bindegewebe erhält. Im elektrischen Organ gibt er erst ein- „fache, dann mehrfache Zweige ab, an deren Bildung sich alle drei „Bestandtheile (Nervenmark, Nervenhülle und äussere Scheide) „betheiligen. Die Auffindung der peripher. Nerven ist, wie ich „Ihnen in einem frühern Briefe mittheilte, mit grossen Schwierig- „keiten verbunden. Die von der Bauart der elektrischen Organe „der übrigen Zitterfische abweichende unregelmässige Anordnung „des ausgedehnten Organs stellt eine continuirliche Gallertmasse „dar, die in verschiedenen Richtungen einerseits von Sehnenfasern „von der isolirenden Sehnenhaut zur *Cutis*, andererseits von den „baumförmigen Verzweigungen der Gefässe und Nerven, die reich- „liche, ähnlich angeordnete Züge von Sehnen und Bindegewebe- „fasern zur Unterlage haben, durchsetzt wird — für das Messer „zu zart, für das Mikroskop zu weitmaschig, ein hoffnungsloses „Labyrinth, wenn nicht die äusserst zarten, aber durch den hellen „Glanz und die doppelte Contour auch aus dicker Umhüllung er- „kennbaren Verzweigungen des Nerven den leitenden Faden böten. „Ihnen nachgehend gelang es mir, Stellen zu finden, wo sich das „Nervenfädchen in mehrere Zweige theilte, von denen einige weiter „liefen, andere aber sich etwas nach rückwärts umschlugen und „mit abgerundeter, warzenförmiger Spitze, deren Mitte das, wie „es schien ganz nacktliegende, helle Ende des Inhalts einnahm, „endigten.“ A. Ecker.

Ueber die Kontraktilität der Milz.

(Der K. Soc. d. Wissensch. vorgelegt am 28. Juli 1849.)

Seit längerer Zeit mit einer Reihe von Untersuchungen über die Reizbarkeit, insbesondere aber über die Irritabilität der Muskeln, beschäftigt, habe ich bei lebenden und frisch getödteten Thieren auch in dieser Hinsicht mit der Milz Versuche angestellt, welche zu einigen interessanten Resultaten führten.

Herr Kölliker hat in mehreren sehr schätzbaren Arbeiten über den Bau der glatten Muskeln und deren Vorkommen in sehr vielen thierischen Gebilden, wo man dieselben bisher gar nicht oder nur sehr unvollkommen kannte, auch für die Milz deren Existenz und weite Verbreitung, mit gewissen Modifikationen nach den einzelnen Thierklassen und Arten, nachgewiesen *). Diese Beobachtungen bestätigen sich, so weit ich nachzusehen Gelegenheit hatte, auf das Schönste, und die Histologie hat durch diese Arbeiten eine sehr wesentliche Bereicherung, die Physiologie eine Anregung zu weiteren Forschungen erhalten. Ich erkenne diess um so williger an, als das so zu sagen Bizarre in der Form und im Vorkommen dieser Faserzellen, für den ersten Anblick ein Misstrauen in die richtige Deutung dieser Gebilde, als wirkliche organische Muskelfasern, erregt.

Um uns hier auf die Milz zu beschränken, so hat Herr Kölliker bereits angegeben, dass sich selbst die Säugethiere hier

*) Ueber den Bau und die Verrichtungen der Milz. Mittheilungen der Züricher naturforschenden Gesellschaft. Juni 1847. — Beiträge zur Kenntniss der glatten Muskeln in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie von Siebold und Kölliker. 1. Bd. S. 75. — Artikel Spleen in Todd's Cyclopaedia of Anatomy and Physiology Part. XXXVI, June 1849.

sehr verschieden in Bezug auf das Vorkommen, die Menge, Stärke und Verbreitung der Muskelfasern verhalten. Dieselben bilden bald eine eigenthümliche Schicht, eine wahre muskulöse Hülle unterhalb des serösen Ueberzugs, wie z. B. beim Hund, bei der Katze, während sie an dieser Stelle beim Kaninchen mangeln. Bei allen diesen Thieren, so wie bei vielen anderen und beim Menschen, kommen glatte Muskelfasern, auch wenn sie im Ueberzuge der Milz fehlen, im Innern derselben, in dem Balkengewebe vor und durchsetzen auf diese Weise die Substanz der Milz vielfach. In der menschlichen Milz fand Herr Kölliker neuerdings Fasern von sehr eigenthümlicher Form, die er für muskulös hält und welche in den feinsten mikroskopischen Balken-Elementen sich finden, während dieselben in der Hülle und in den grösseren Balken nicht vorzukommen scheinen.

„Auf diese Thatsachen gestützt und auf den bekannten Reichthum der Milz an Nerven und die von vielen Beobachtern angegebene Thatsache, dass die gesunde Milz einer Volum-Zu- und Abnahme fähig sei, fussend, hält es Herr Kölliker für vollkommen erlaubt, die Milz als ein kontraktiles Organ zu bezeichnen, obschon es ihm bis dahin nicht gelungen ist, an den Milzen eben getödteter Thiere deutliche Kontraktionen zu erregen, es sei denn, dass man die Thatsache, dass Furchen, die man mit einem stumpfen Instrumente auf der Oberfläche der frischen Milz von Hunden (die ohnehin ein eigenthümliches runzeliges, wie zusammengezogenes Ansehen darbietet) zieht, längere Zeit als Furchen verharren, hieher rechnen wollte. Bestimmtere Angaben über die Kontraktionen der Milz glaubt Herr Kölliker erst dann machen zu dürfen, wenn Untersuchungen über die Grösse und das Gewicht in verschiedenen Zeiten, mit denen er eben beschäftigt ist, vollendet sein werden *)".

---

*) Bau und Verrichtungen der Milz. a. a. O. S. 6. Es ist auffallend, dass Herrn Kölliker die nachbenannten Versuche nicht gelungen zu sein scheinen, denn in der späteren (December 1847) erschienenen sehr schätzbaren Inauguraldissertation von J. Landis, Beiträge zur Lehre über die Verrichtungen der Milz heisst es S. 7: „Er (Herr Kölliker) hält es daher für vollkommen erlaubt, die Milz als ein kontraktiles Organ zu bezeichnen, obwohl ihm die künstliche Erregung deutlicher Kontraktionen an den Milzen eben getödteter Thiere bis an-

Vom physiologischen Standpunkte konnte nun die muskulöse Natur dieser so eigenthümlichen Fasergebilde so lange nicht als feststehend gelten, als nicht ihre Zusammenziehung nachgewiesen und ihr Verhalten gegen den elektrischen Strom geprüft war.

Ich bin so glücklich gewesen, beim Hunde und bei der Katze die deutlichsten Kontraktionen in der Milz zu sehen und die muskulöse Natur dieses Gebildes kann nun nicht mehr in Zweifel gezogen werden. Ich bediente mich zu den Versuchen eines magneto-elektrischen Rotations-Apparates, dessen Werth für die Experimentalphysiologie und insbesondere für die Muskel-Apparate durch die vortrefflichen Untersuchungen von Eduard Weber erst in das rechte Licht gestellt worden ist.

Der erste Versuch wurde bei einem Hunde gemacht, der behufs einiger andern Experimente vorher auf gewöhnliche Weise ätherisirt worden war. Bei der Anlegung der Drähte in der Queraxe der Milz zeigte sich sogleich ein Blasserwerden der Substanz an dieser Stelle. Die Oberfläche bekam ein runzeliges Aussehen, fast wie die Gänsehaut, erhob sich in kleine Papillen und zugleich entstand ein mehrere Linien breites, blasses, weisses Band auf der Oberfläche, als Ausdruck der Wirkungsgränze des elektrischen Stroms, welches sehr abstach gegen die braunrothe Farbe der übrigen Oberfläche. Eine deutliche Einschnürung war nicht merkbar. Die Stelle fühlte sich weit härter an, als die übrige Substanz. Offenbar hatten sich die oberflächlichen Gefässe entleert. Nach einiger Zeit nahm die Stelle wieder ihre alte Färbung und Konsistenz an. Auf ähnliche Weise liessen sich bandförmige Streifen an allen Theilen der Milz hervorbringen. Die Milz war bei diesem Verfahren im Zusammenhang mit ihren Gefässen und den Eingeweiden des Thieres geblieben.

Ganz dieselben Erscheinungen fanden sich bei mehreren anderen Hunden und bei einer Katze, während dagegen an den

---

hin nicht gelungen ist und selbst mit dem galvanischen Rotations-Apparate angestellte Reizversuche sich erfolglos erwiesen." Ich kann als gewichtige Zeugen bei meinen Untersuchungen die Herren Bergmann und Frerichs anführen dass es gleich nach dem ersten Versuche gelang, die Kontraktionen wahrzunehmen.

Milzen von Kaninchen sich diese Erscheinungen bei der kräftigsten Anwendung des Apparates nicht wahrnehmen liessen.

Ein anderer Hund wurde am Abend mit einer reichen Mahlzeit von Milch und Weissbrot gefüttert, des Morgens um 5 Uhr zum zweiten Male, dann vier Stunden darauf, behufs der Entnahme von Chylus aus dem Milchbrustgang, ätherisirt und Brust und Unterleibshöhle geöffnet. Die Milchsaftgefässe des Gekröses, so wie der *ductus thoracicus*, waren stark mit Chylus gefüllt. Gleichzeitig hatte auch die Milz, wie immer in diesem Stadium der Verdauung, eine sehr starke Turgescenz; sie fühlte sich hart an, und hatte ein fein höckeriges Ansehen. Die Milzkörperchen waren sehr angeschwollen. Dem Strom des Apparats ausgesetzt liessen sich weder innerhalb des Körpers, noch am ausgeschnittenen Organe, die früher gesehenen Erscheinungen wahrnehmen. Die sehr starke Turgescenz scheint Schuld gewesen zu sein. Aus gleichem Grunde erfolgen auch an dem sehr durch Speise ausgefüllten Magen die Einschnürungen auf elektriche Ströme weniger stark oder sind nicht so auffallend.

Einige Tage nachher wurde ein Gegenversuch gemacht. Ein Hund, der seit 20 Stunden nicht mehr gefüttert war, aber im Magen noch einige halbverdaute Kartoffeln hatte, wurde ätherisirt. Bei Oeffnung der Unterleibshöhle zeigte sich eine sehr schön entwickelte, aber nicht turgescirende, sondern schlaffe Milz. An ihrer schmalsten Stelle hatte sie 10 Linien im Durchmesser. Nachdem der Strom des Apparats bei rascher Drehung etwa zwanzig Sekunden eingewirkt hatte, bildete sich ein mehrere Linien breiter bandförmiger Streif; die Stelle zog sich zusammen, wurde hart und der Durchmesser hatte sich um ein Fünftheil, bis auf 8 Linien, verengert. Alle übrigen so behandelten Stellen zeigten ähnliche Verhältnisse. Diese Milz erwies sich so kontraktil, dass sie längere Zeit nach dem Herausschneiden und bereits fast ganz erkaltet, dieselben Erscheinungen wiederholt zeigte, ganz ähnlich wie die ihre Kontraktilität lange erhaltenden Darm und Harnblase. Legte man die Milz so auf eine Glasplatte, dass die dem Hilus entsprechende Seite mit den Eintrittsstellen der Blutgefässe nach oben gekehrt war und liess jetzt den Strom einwirken, so trat sehr bald an den entsprechenden Theilen Blut aus den durch-

schnittenen Gefässmündungen, was bald sistirte, sobald man mit dem Drehen des Apparats anhielt. Man konnte auf diese Weise das so blutreiche Organ, das bereits ganz zu bluten aufgehört hatte, langsam vom Blut entleeren, so dass es allmählig im ausgetretenen Blute schwamm.

Dass die beschriebenen Kontraktionen nicht etwa auf Rechnung der Zusammenziehung der kleinen Gefässe der Milz zu setzen sind, beweist nicht blos das ganze Ansehen der Zusammenziehung, sondern der Umstand, dass die Milz der Kaninchen, welche der äusseren muskulösen Hülle entbehrt, bei gleicher Einwirkung des Rotations-Apparats, weder die Entfärbungen, noch die Kontraktionen zeigt, auch aus dem Lumen der durchschnittenen Gefässe kein Blut weiter austreten lässt.

Wie erwähnt, zeigte sich nicht bei allen Hunden eine gleiche Reizbarkeit. Bei mehreren traten die Erscheinungen nur ein, so lange die Milz noch warm war, bei einzelnen nur so lange sie noch mit dem Körper in Verbindung blieb. Es zeigt, so scheint es, die Milz in dieser Hinsicht Verhältnisse, wie sie auch in anderen kontraktilen, mit organischen Muskelfasern versehenen Gebilden vorzukommen pflegen. So z. B. weiss man aus den früheren Untersuchungen von Wedemeyer und den neueren von E. H. und E. Weber, dass in kleinen Arterien und Venen deutliche und starke Zusammenziehungen auf galvanischen Reiz und auf inducirte Ströme des Rotations-Apparates eintreten, während dieselben in den grösseren Arterien, vom Durchmesser der Karotiden, vermisst werden. Auch ich habe in der Regel an solchen Gefässen keine (am wenigsten in der Aorta) eintreten sehen. Zuweilen sind dieselben aber auch sehr deutlich. Während sie bei Hunden nicht gesehen wurden, wenigstens nicht entschieden genug eintraten, waren sie sehr auffallend an der Karotis eines Esels, der noch dazu behufs der Extraktion des pankreatischen Saftes schon über eine Stunde ätherisirt worden war. Die assistirenden Sachverständigen haben sich hiervon, wie von der Kontraktion der Milz, überzeugt. Um die Kontraktion der Venenstämmchen zu zeigen, bedient man sich, wie ich bemerken will, am besten des Gekröses, wo die Verengerungen sehr auffallend sind.

Was aber die Milz betrifft, so ist diess Organ beim Hund, bei der Katze, unter den übrigen Organen des Unterleibs dasjenige, welches nach dem Darmkanal und der Blase (und fast eben so lange wie diese) die Reaktion auf die Einwirkung des Rotations-Apparates am allerdeutlichsten zeigt, während sie in anderen, mit organischen oder glatten Muskelfasern gleichfalls versehenen Theilen, wie z. B. in den Ureteren, den *vasa deferentia*, der Gallblase und den Gallengängen, nicht oder nur viel unsicherer und undeutlicher hervorgerufen werden können.

Es verhält sich ferner die Milz in ihrer Reaktion, wie alle organischen Muskelgebilde, nach dem von Eduard Weber erkannten Gesetz. Die Kontraktion tritt nicht unmittelbar auf den Strom ein, sondern es vergeht eine messbare Zeit; sie dauert aber auch noch nach Entfernung des elektrischen Reizes einige Zeit fort.

Die Substanz der Leber, an welcher vergleichungsweise ebenfalls experimentirt wurde, zeigte keine Spur dieser Erscheinung und diess beweist gleichfalls, dass die Kontraktion der Milzsubstanz nicht der Kontraktilität der Gefässwände zugeschrieben werden darf, sondern der muskulösen Hülle. Welchen Antheil davon die Fortsätze in die Substanz und die muskulösen Fasern des Balkengewebes haben, in wie weit hierauf auch auf eine Kontraktilität der menschlichen Milz und weiter auf manche pathologische Erscheinungen geschlossen werden darf, würde sich wahrscheinlich mit einiger Sicherheit aus Experimenten an den Milzen grösserer Thiere z. B. des Schweins und an frischen Durchschnitten derselben ergeben. Einzelne Durchschnitte und Segmente der Milz vom Hund, dem Strom des Rotations-Apparates ausgesetzt, ergaben kein Resultat.

In wie weit der Nervenreichthum der Milz bei diesen Phänomenen in Betracht kommt, diess hoffe ich später nachweisen zu können, wenn meine Untersuchungen über die Muskelreizbarkeit überhaupt und deren Verhältniss zum Nervensystem zu einem sicheren Ergebniss führen sollten, was ich auf dem eingeschlagenen Wege noch immer zu erreichen hoffe.

Späterer Zusatz.

Die von mir zuerst beobaehteten Kontraktionen der Milz bei Hunden und Katzen auf elektrisehe Reize sind seitdem mehrfach bestätigt worden, so z. B. von Ecker und Kölliker.

Natürlich musste es von grossem medizinischen Interesse sein, zu erfahren, ob die Milz des Menschen ebenfalls unter gleichen Bedingungen solche Kontraktionen erleide.

Es war zuerst E. Harless *), welcher an einem Hingerichteten, eine Stunde nach dem Tode, mittelst des Induktions-Apparates deutliehe Spuren von partiellen Kontraktionen wahrgenommen haben wollte, so dass man erwarten konnte, es würden unter günstigen Bedingungen sich ähnliehe Verhältnisse wie bei den genannten Thieren nachweisen lassen. Durchaus negativ waren dagegen die ähnliehen, an Hingerichteten noeh kürzere Zeit nach der Exekution angestellten Versuehe (35 Minuten nach dem Tode) von Kölliker und Virchow **), so wie die von Dittrich, Gerlaeh und Herz ***) und von Henle. †)

Alle diese Versuche können noch nicht als entscheidend gelten, obwohl allerdings beim Mensehen die muskulöse Faserhülle fehlt, welche bei Hunden und Katzen den Hauptantheil an den beobaehteten Erscheinungen zu haben seheint und bei anderen Thieren, z. B. bei Kaninchen, deren Milz aueh periodisehe Anschwellungen zeigt, gleichfalls keine solchen Kontraktionen hervorgerufen werden.

Indess misslingt ja häufig, unter sonst günstigen Bedingungen, der Versueh auch bei Hunden und Katzen, so dass die wenigen Versuche, welche bis jetzt beim Menschen angestellt wurden, noch nicht als entseheidend gelten können.

---

*) Jenaische Annalen für Physiologie und Medizin. Bd. II. (1850) p. 248.
**) Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. III. S. 38.
***) Prager Vierteljahrsschrift. 1851.
†) Zeitschrift f. rationelle Medizin. Neue Folge. Bd. II. S. 300.

Bei der menschlichen Milz müssen offenbar zweierlei Zustände, die ihre vorübergehende Vergrösserung und Verkleinerung betreffen, unterschieden werden.

Der eine, täglich periodisch wiederkehrende und von der Aufnahme der Nahrung abhängige Volumswechsel scheint viel langsamer einzutreten, Landis beobachtete bei Kaninchen 5—12 Stunden nach der Nahrungs-Aufnahme die Milz am grössten *), ebenso Dittmar und Vogel beim Menschen 5—6 Stunden nach der Mahlzeit **). Die mittlere Zunahme betrug in der breiten Dimension 4,5 Centimeter, war also ziemlich beträchtlich.

Verschieden davon ist die Vergrösserung und Verkleinerung der Milz, welche im Frost und Hitzestadium der Wechselfieber oder nach Wintrich's Versuchen beim Gebrauch von kalten Bädern stattfindet.

Diese letztere Veränderung scheint am meisten Aehnlichkeit mit der durch Induktions-Apparate hervorgerufenen zu haben, während die mit der Nahrungs-Aufnahme verbundene sich mehr den Erscheinungen der Congestion anreiht.

Weitere Versuche auch beim lebenden Menschen wären wünschenswerth, wobei ich mich, wegen Mangels an Erfahrung, bescheide, ein Bedenken äussern zu wollen, ob die hier anzuwendende Methode der Perkussion eine völlige Sicherheit gegen Irrthum gewährt, da es sich hier jedenfalls um Feststellung kleiner Dimensionsverhältnisse handelt und die verborgene Lage der Milz, die wechselnde Vorlage der Därme der Sicherheit der Resultate nothwendig Eintrag thun muss.

Beim Wechselfieber, bei kalten Bädern u. s. w. kommen jedenfalls Thätigkeiten im Nervensystem in Betracht, deren Einfluss auf die lokalen Erscheinungen der Milz von Einfluss sein werden. Wegen dieses Zusammenhangs mit dem Innervationsprozess wurde auch die kleine Abhandlung über die Kontraktion der Milz in die Reihe der „neurologischen Untersuchungen“ aufgenommen. —

*) Landis Beitr. z. Lehre üb. d. Verrichtungen der Milz. Zürich 1847. Diss.

**) Dittmar über die periodische Volumsveränderung der menschlichen Milz. Giessen 1850. Diss. — Vergl. übrigens die Zusammenstellung der Thatsachen u. Literatur bei Kölliker mikroskopische Anatomie. II. Bd. 2te Hälfte. S. 286.

Neurologische Untersuchungen.

(Der K. Gesellschaft der Wissenschaften vorgelegt am 7. Februar 1850.)

In keinem Theile der Physiologie ist das anatomische Moment nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft von grösserer Wichtigkeit, als in der Physik der Nerven. Namentlich gilt dies auch von der Mechanik der Centraltheile des Nervensystems. Die Betretung dieses Pfades ist von um so grösserer Wichtigkeit, als wir in dem experimentellen Theile durch die vortrefflichen Untersuchungen von Dubois Reymond, abgesehen von deren positiven Resultaten, viel feinere Methoden zur Verfolgung der Innervationserscheinungen gewonnen haben. Die hier niedergelegten geistreichen Bemerkungen laden zu neuen Versuchen über das Problem der Reizbarkeit ein, deren Statik vor Allem von der Nervenphysiologie in Angriff zu nehmen ist.

Die Untersuchungen, welche ich vor drei Jahren der K. Societät vorlegte und die ich seitdem in verschiedenen Abhandlungen bekannt machte, knüpften sich vorzüglich an die Anatomie und Physiologie des Zitterrochens, der Knorpelfische überhaupt, und des Frosches. Sie gaben, nebst den fast gleichzeitig und unabhängig davon unternommenen Arbeiten von Robin und Bidder, einen neuen Impuls, und eine Reihe von Forschern, wie namentlich Kölliker, Czermack, Valentin, Licberkühn, Axmann, Ecker, Ludwig u. A. m., haben das Gebiet mit Emsigkeit verfolgt. Unter allen mir bekannt gewordenen Arbeiten ist aber keine von grösserem Umfang und grösserer Bedeutung in morphologischer, histologischer und physiologischer Beziehung, als die vom Professor Stannius in Rostock mir jüngst durch die Güte des

Verfassers zugekommene: „Ueber das peripherische Nervensystem der Fische. Rostock 1849“, welche mich veranlasst der K. Societät eine Mittheilung zu machen, die ich sonst gern noch zur weiteren Prüfung zurückgehalten hätte. Es ist mir sehr erfreulich gewesen, dass Herr Stannius in seinen sehr zahlreichen Untersuchungen meine früheren Angaben alle bestätigt hat. Nur in einer Hauptansicht weicht der Verfasser ab, in der über die Stellung des *Nervus sympathicus*. Glücklicher Weise ist es diejenige, welche ich selbst schon früher aufgegeben und in modificirter Weise seitdem öffentlich gelehrt habe.

Meine gegenwärtige Arbeit knüpft an die früheren Untersuchungen an, für welche mir die Senkenberg'sche Gesellschaft in Frankfurt den Soemmerring'schen Preis ertheilte, was mich zu weiteren Forschungen veranlasste. Doch habe ich dieselben in der letzten Zeit vorzüglich auf das menschliche Gehirn ausgedehnt, das mir unter allen Gehirnen dasjenige zu sein scheint, welches trotz seiner Complicirtheit am meisten geeignet sein dürfte, die Räthsel in der histologischen Structur der Centraltheile, namentlich auch die Fragen über die Nervenursprünge, zu lösen. Werthgeachtete Vorgänger waren mir hier Purkinje, Hannover und Stilling. An mehreren der meist im laufenden Winter angestellten Untersuchungen, habe ich mich der Mithülfe R. Leuckart's zu erfreuen gehabt.

In folgenden Sätzen habe ich versucht, die Hauptresultate gedrängt zusammenzustellen. Eine ausführlichere Mittheilung wird in dem nächsten Bande der Abhandlungen der K. Societät erfolgen.

1. Theilungen der Primitivfasern, sowohl der Cerebrospinalnerven, als der des sogenannten sympathischen Systems, scheinen als allgemeines Gesetz in den motorischen und sensiblen Nerven beim Menschen und allen Wirbelthieren vorzukommen. Sie scheinen sich nie in den Wurzeln, aber im ganzen Verlaufe, in den Stämmen und Aesten, sehr wahrscheinlich schon in den Cerebrospinalganglien kurz nach Eintritt der Wurzeln, am zahlreichsten in den Endplexus und dem letzten Endverlauf selbst, zu finden. Nie habe ich in den Primitivfasern der Centraltheile Theilungen bemerkt.

2. Ich beharre auch den neuesten Angaben Valentin's (s. dessen Handb. d. Physiol. 2te Aufl. Bd. II. Abth. 2.) gegenüber auf der Behauptung, dass die letzten Enden der Primitivfasern in dem elektrischen Organe des Zitterrochens, in den animalen und vegetativen Muskeln frei in der Substanz der Organe, ohne Endschlingenbildung, sich verästeln. Für die sensiblen Nerven sind die Enden noch nicht gefunden und man erhält in vielen Gebilden Anschauungen, welche bald für Schlingen sprechen, bald nicht. Die von mehreren Beobachtern (zuerst von Gerber) im Verlauf der Nervenzweige beschriebenen Umbiegungsschlingen sind blos bogenförmige Verbindungen der Plexus, und betreffen den Austausch theils ganzer ungetheilter Fibrillen, am häufigsten aber der Aeste von Fibrillen (von mir schon früher beschrieben und abgebildet, Handwörterb. d. Physiol. Bd. III. Abth. 1. S. 386).

3. Wenn man auch nach den Resultaten der neuesten Forschungen es wohl ausspreehen darf, dass die ganz frischen Primitivfasern blos aus einer homogenen Markmasse mit einer membranösen Hülle bestehen, und dass die durch die bekannten doppelten Contouren angedeutete Rindenschicht zugleich der erste Akt einer Art Gerinnung des Marks ist, so ist doch nicht zu leugnen, dass die durch Einfluss von Wasserzusatz etc. sich rasch bildenden Veränderungen nur den Ausdruck einer ursprünglich angelegten organischen Strukturverschiedenheit und chemischen Differenz der Nervensubstanz innerhalb der Faser bilden.

4. Bei scharfer Beobachtung und dann besonders unter Anwendung von Quecksilberchlorid (von Purkinje und neuerlich von Czermack d. Jüngeren empfohlen) zeigt sich, dass jede Primitivfaser, wie man zum Theil schon früher angenommen hat, in ihrem Marktheil besteht: *a.* aus einer äusseren, die doppelten Contouren zeigenden, das Licht stark brechenden Rindenschicht, *b.* einem im Centrum jeder Faser liegenden blassen, unter Einfluss von Quecksilberchlorid sehr fest werdenden Axencylinder und *c.* einer zwischen Axencylinder und Rindenschicht liegenden gleichfalls blassen, mit der letzteren enge, mit dem Axencylinder loser verbundenen Schicht.

5. Die Primitivfasern der verschiedenen Nervenregionen des Körpers scheinen sich in der Art der mehr oder weniger innigen

Verbindung dieser verschiedenen Schichten verschieden zu verhalten. Am allerleichtesten lässt sich der Axencylinder in den Primitivfasern der Centraltheile darstellen, namentlich durch einfachen Wasserzusatz oder sehr verdünnte Sublimatlösung. Besonders leicht zeigen sich die schönsten Axencylinder in den Fibrillen in der Nähe ihrer Ursprünge in der grauen Substanz, wo vielstrahlige Ganglienzellen (s. Satz 20) vorkommen. Es finden sich hier beim Menschen ganz ähnliche Anschauungen, wie ich dieselben früher in den elektrischen Lappen des Zitterrochens beschrieben und abgebildet habe (Handwörterb. d. Physiol. III. Tab. III. Fig. 45 u. 46[a]).

6. Man hat kein Mittel, die chemische Qualität dieser drei Bestandtheile des Marks einer Primitivfaser gesondert zu studiren, daher hierüber nichts Sicheres gesagt werden kann. Die Behandlung mit Aether und anderen Reagentien gibt kein Resultat. Es ist jedoch nach den Lichtbrechungsverhältnissen und nach dem Verhalten zu Quecksilberchlorid wahrscheinlich, dass die doppelt contourirte Rindenschicht vorzüglich aus Fett besteht, während die beiden anderen Schichten, namentlich auch der Axencylinder, aus dem Albumin der Nervensubstanz gebildet werden.

7. Dagegen scheint aus den feineren anatomischen Untersuchungen mit völliger Sicherheit hervorzugehen, dass der Axencylinder allein der Träger der Innervationsströmungen ist. Dafür geben die Fasertheilungen den Hauptbeweis, welcher durch die Endigungen der Primitivfasern weiter unterstützt wird. Sehr häufig finden bei den Theilungen Einschnürungen der Primitivfasern bis zum Axencylinder statt. Die übrigen Schichten verfeinern sich, bis zum Verschwinden der Rindenschicht, welche sich aber jenseits der dichotomischen wie büschelförmigen Verzweigungen, im Verlauf der Fibrillen, wie an deren Ende, wieder entwickelt. (S. die Anschauungen in meiner Schrift: Ueber die feinere Struktur des elektrischen Organs im Zitterrochen Abhandlungen der K. Societät der Wissensch. Bd. III. 1847. fig. III. B. fig. VII). Bekanntlich sind die Innervationsströmungen an die Continuität der Primitivfasern gebunden, und diese ist in den Theilungen sehr häufig nur durch den Axencylinder erhalten. Czermack's Behauptung, dass diese Erscheinungen erst sekundär entstehen, muss ich wider-

sprechen. Sie sind beim Zitterrochen als ursprünglich vorhandene am deutlichsten, aber auch sonst mit Sicherheit nachzuweisen. Dafür sprechen auch die Endausstrahlungen in den Muskeln, in dem elektrischen Organe, in den Paeini'schen Körperchen. Hier bleibt überall zuletzt blos der feingranulirte, blasse, oft ramificirte Axencylinder zurück. Was ich früher krümliches Mark in den letzten Ramificationen des elektrischen Organs nannte (Eeker's embryonale Nervenfaser), ist mir jetzt Axencylinder. In welchem Verhältniss der Axencylinder zu den Ganglienkörpern steht, ist noch ungewiss. Es gibt Anschauungen, welche eine nähere Beziehung des Axencylinders zum Inhalt der Zelle vermuthen lassen.

8. Die Ansicht, dass die doppelt contourirte Rinde sich zum Axencylinder verhalte, wie ein Ueberzug von Seide und Gutta percha zu einem Leitungsdraht eines elektrischen Apparats, also wie eine isolirende Schicht, wird durch die anatomische Betrachtung begünstigt. Die Theilungen sind immer so beschaffen, dass sich die von der Rindenschicht entblössten Stellen weder untereinander, noch mit benachbarten Primitivfasern berühren, und die isolirte Leitung in den Fibrillen und ihren Aesten nicht gestört wird.

9. Die Gehirnnerven des Menschen und wahrscheinlich aller Wirbelthiere verhalten sich in ihren Wurzeln wie die Spinalnerven, d. h. sie bestehen aus blossen Primitivfasern und sind wesentlich nur Leitungsorgane der Innervation; sie entspringen aus tieferen, in die Substanz der Centraltheile eingebetteten Anhäufungen von Gangliensubstanz, meist zwischen vielstrahligen Ganglienzellen (s. unten Satz 14 u. 20), Stilling's sogenannten „Kernen". Eine Ausnahme davon machen die drei höheren Sinnesnerven, welche sich wie Hirntheile verhalten; d. h. sie bestehen aus zartscheidigen, oft sehr feinen Fibrillen, mit feinkörniger Substanz und Anhäufungen kleiner kernähnlicher, fortsatzloser Zellen durchwirkt, die zuweilen auch in ihrer peripherischen Verbreitung vorkommen. Die Riechnerven hielten schon die alten Anatomen mit Recht für Hirnlappen. Für den Sehnerven und die Retina hat Brücke die richtige Ansicht aufgestellt und beide als Hirntheile betrachtet. Der Hörnerve zeigt beim Menschen deutlich die bezeichnete graue

Substanz zwischen den Wurzelfibrillen, welche sich bei einzelnen Individuen weit in den Wurzelstamm verfolgen lässt.

10. Alle Spinalnerven, sehr viele, ja wahrscheinlich alle Hirnnerven beider Seiten erhalten sowohl Fasern von derselben, als der dem Ursprung gegenüber liegenden Seite, und man kann im Allgemeinen die Wurzelanfänge als zusammengesetzt annehmen *a.* durch Faserbündel derselben Seite, *b.* durch Kreuzungsfasern von einer Seite zur andern, *c.* durch reine Querfasern oder ächte Commissuren. Die Commissuren und Kreuzungsfasern liegen für die Spinalnerven in der (wie Eigenbrodt mit Anderen richtig angibt) nur allein vorhandenen *Commissura anterior* oder weissen Commissur des Rückenmarks. In den motorischen Hirnnerven ist die Bildung reiner Commissuren und zahlreicher Kreuzungsfasern nachweisbar; in der *Valvula cerebelli* am leichtesten zu sehen für den *Nervus trochlearis* (höchst deutlich z. B. beim Kaninchen, auch beim Menschen von Ed. Weber beschrieben und bei Stilling richtig abgebildet.) Vom Hörnerven überzeugt man sich bei guter Ausbildung desselben in menschlichen Gehirnen, dass Kreuzungsfasern aus der Tiefe, wahre Commissuren sowohl an der vorderen Wurzel *(fibrae arcuatae)* von der oberflächlichen, die Pyramiden überziehenden Schicht als von den hintern Wurzeln auf dem Boden der Rautengrube *(Striae medullares)* kommen. Ueberhaupt zeigt der Hörnerv beim Menschen sehr zusammengesetzte, zum Theil von Foville richtig erkannte Verhältnisse. Für den Sehnerven liegen die Commissurfasern in den Vierhügeln und der *Commissura posterior*, für den Riechnerven in der *Commissura anterior* und den Stielen der Scheidewand, ebenfalls zum Theil neuerlich durch Foville erkannt.

11. Die Bergmann'schen Chorden sind im Allgemeinen Stränge von Primitivfasern, oberflächlich gelagert zwischen grauer Substanz.

12. Die Varikosität der Primitivfasern ist theilweise eine genuine Bildung, theilweise Artefact, verschwindet häufig, wenn sie gespannt werden. Es verlaufen variköse und geradlinig begrenzte Fasern ohne Unterschied nebeneinander.

13. Die Elemente, welche neben den durchsetzenden Fibrillen in der grauen Substanz des Gehirns und Rückenmarks

vorkommen, sind: *a.* Feinkörnige Masse als Hauptmuttermasse, bald sehr sparsam, bald reichlich. *b.* Kleine kernähnliche Zellen oder Kerne. Ich nenne sie Nuklearmasse. *c.* Grössere Zellen ohne Fortsätze, rund, keulenförmig, spindelförmig, gesehwänzt, von sehr verschiedener Form und Grösse. Ich nenne sie insulare oder strahlenlose Zellen. *d.* Zellen oder Ganglienkörper mit einer Ursprungsfaser — einstrahlige Zellen. *e.* Längliche, spindelförmige, in zwei polare Fortsätze auslaufende Zellen, mit zwei Faserursprüngen, zweistrahlige Zellen. *f.* Vielstrahlige, sehr verschieden geformte Zellen mit vielen, meist von allen Seiten, oft auch nur von zwei Endfortsätzen abgehenden Faserursprüngen. Nach Analogie der folgenden, in den peripherisehen Ganglien vorkommenden Ganglienkörper könnte man *c* bis *f* auch apolare, unipolare, bipolare, multipolare Zellen nennen, Bezeiehnungen, welche von Stannius gebraueht worden.

14. Nach meinen eigenen und nach fremden Untersuchungen kommen in den peripherischen Ganglien (d. h. den ausserhalb der Centraltheile gelegenen) folgende Formationen vor: *a.* feinkörnige Muttermasse, *b.* Kerne (Nuklearmasse), *c.* insulare oder apolare Ganglienkörper ohne Faserabgabe, *d.* Ganglienkörper mit einer Faser (unipolare), *e.* bipolare oder zweistrahlige Ganglienkörper, mit Abgabe von zwei Fasern an den Polen. Stannius beschreibt bei Fisehen aueh als sehr selten dreistrahlige (abgeb. a. a. O. Tab. IV. fig. 11). Ieh möchte die Frage aufwerfen, ob es sich hier nicht um eine frühzeitige Theilung einer Primitivfaser innerhalb des Ganglions (vgl. oben Satz 1) handelt. Vielstrahlige Zellen sah ich bei keinem Wirbelthier in den peripherischen Ganglien. Häufig fehlen in einzelnen Ganglien mehrere oder die meisten der *sub a, b, c, d* bezeichneten Elemente; sehr selten kommen sie alle in einem Ganglion vor (Abdominalganglien der Fische). Mit Stannius halte ieh es gegen Köllikeˊr für sehr schwierig, mit Sicherheit angeben zu können, ob die Formen *c* und *d* nieht häufig blos verstümmelte bipolare Ganglien sind.

15. Ueberall, wo eine scharfe Beobachtung in den peripherisehen Ganglien möglich ist, sind die zweistrahligen oder

bipolaren Ganglienkörper bei weitem die häufigsten, und sie setzen, wenigstens bei den niederen Wirbelthieren, die an den Wurzeln der Spinal- und Cerebralnerven gelegenen Ganglien allein zusammen. Es ist aber nur eine Klasse von Thieren bekannt, wo die vollständige Analyse gelingt und nachweist, dass z. B. die Spinalganglien nur Ganglienzellen mit doppelten, nach Peripherie und Centrum gerichteten Fasern, enthalten; dies sind die Plagiostomen. Stannius hat hier meine früheren Angaben (s. dessen angef. Schrift) vollständig bestätigt und Johannes Müller schreibt mir: „Ich bin hinsichtlich des Baues der Spinalganglien mit Ihnen einverstanden, d. h. ich weiss davon ohngefähr so viel, als ich durch Ihre Entdeckung gelernt. Ich habe sie bei Rochen wiederholt untersucht, in Helsingör und Nizza, und ich bin überzeugt, dass sie aus Ganglienkugeln bestehen, deren jede eine Faser vom Rückenmark empfängt und eine in den Nerven abgibt, und dass alle Fäden durch sie hindurch gehen.“

16. Darauf gründe ich, wie früher schon, den anatomischen Fundamentalsatz, dass diese Bildung mit dem Bell'schen Gesetz im Zusammenhang steht und ein nothwendiges Moment in der Mechanik der sensitiven Fasern ist. Dieser Satz würde auch dadurch nicht alterirt werden, wenn in den Spinalganglien des Menschen und der höheren Wirbelthiere neben den Ganglienkörpern mit centripetaler und centrifugaler Faser unipolare oder bipolare mit peripherischem Faserverlauf (wie solche Bidder annimmt) vorkommen sollten.

17. Meine frühere Vermuthung, dass eine Primitivfaser in ihrem peripherischen Verlauf von mehreren Ganglienzellen unterbrochen werden könne, ist nun durch eine Beobachtung von Stannius (a. a. O. S. 149 Tab. 10. fig. 12) konstatirt.

18. Die Satz 15 und 17 beschriebenen Bildungen kehren auch in den Centraltheilen wieder. Ich habe beim Menschen im *corpus dentatum* der Olive, in der graublauen Substanz der Grosshirnstämme *(Locus niger Soemmerringii)*, in den runden Strängen hinter den Vierhügeln *(eminentiae teretes)* sehr viele bipolare Ganglienkörper mit wirklich doppelten Faserursprüngen gesehen. In seltenen Fällen gelang es selbst, eine Faser kurz nacheinander, wie in Stannius' Fall, mit zwei Ganglienzellen verbunden zu

sehen. Ausser dem Menschen zeigte mir Dr. Leuckart in einer gemeinschaftlichen Untersuchung auch beim Hund eine solche Ansicht, die dafür sprach.

19. So sparsam auch gegenwärtig die Untersuchungen sind, so ergibt sich doch schon, dass die Ganglien einen verschiedenen Bau zeigen. In den Abdominalganglien der Fische kommen nach meinen und Stannius' Untersuchungen alle *sub a—e* Satz 14 bezeichneten Formationen vor. Die Spinalganglien der Knorpelfische enthalten nur bipolare Ganglienkörper mit Fasern nach Centrum und Peripherie. Bipolare Ganglienkörper mit peripherischem Faserverlauf, wie es Bidder früher annahm, fand Stannius im *Ganglion ciliare* bei *Trigla*. Unipolare Ganglienkörper kommen vielleicht auch im Ciliarknoten des Menschen und der Säugethiere vor, wie es neuerdings Beck (Verbindungen des Sehnerven u. s. w. Heidelberg 1847) beschreibt, was ich aber nach eigenen Untersuchungen für durchaus noch nicht sicher halte. Beck's Abbildungen geben die Sache viel zu deutlich. Ob in den Spinalganglien des Menschen und der Säugethiere neben den bipolaren Ganglienkörpern auch unipolare mit peripherischem Faserschenkel vorkommen, halte ich für zweifelhaft, jedoch für sehr schwer beweisbar. Für unzweifelhaft aber halte ich das Vorkommen insularer und einstrahliger Ganglienkörper neben sparsamen zweistrahligen im Herzen. Eine sehr gute, mit meinen Untersuchungen übereinstimmende Beschreibung und Abbildung gab Ludwig in Müller's Archiv 1848 von den Nerven des Froschherzens. Hierdurch vorzüglich wird die Annahme einer bedingten Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems anatomisch gerechtfertigt.

20. Multipolare oder vielstrahlige Ganglienkörper bilden eines der Hauptelemente des Rückenmarks in seinem ganzen Verlaufe (Spinalkörper Stilling's), vorzüglich aber des verlängerten Marks und dessen weiterer Fortsetzung durch die Brücke zu den Grosshirnschenkeln. Sie finden sich überall da, wo die Versuche Reflexbewegungen und Mitbewegungen nachweisen und fehlen in anderen Hirntheilen, welche dieser Funktionen entbehren. Nach Purkinje kommen sie freilich auch in dem Ammonshorn vor, was ich bestätigen kann, sie sind jedoch hier weit weniger entwickelt als z. B. in der *Substantia ferruginea* unter dem *Locus*

coeruleus und in dem untersten Ende des Rückenmarks. Oft sind sie anscheinend bipolar, an den Polen aber doch vielstrahlig. Ihre oft sehr weit reichenden Fortsätze gleichen vollkommen den schon früher beschriebenen Axencylindern, obwohl es weder mir, noch Leuckart, auch nicht mit Anwendung von Quecksilberchlorid gelungen ist, einen wirklichen Zusammenhang mit doppeltcontourirten Fibrillen nachzuweisen, den ich aber durchaus supponire. Dagegen fehlen diese vielstrahligen Zellen in der Basalganglienmasse des grossen Gehirns, in den Vierhügeln, Kniehöckern, Sehhügeln, Streifenhügeln, Linsenkernen, in der Vormauer *(Claustrum)*. Die sich hier, so wie in den drei höheren Sinnesnerven findenden Ganglienmassen — feinkörnige Substanz, Kerne, grössere insulare Zellen (von mannichfaltiger, für die einzelnen Hirntheile oft charakteristischen Formen) — haben keine Faserfortsätze und stehen bestimmt als blosse Belegungsmassen mit den Fibrillen nur durch Contiguität in Verbindung.

Näheres über die Topographie der verschiedenen Zellen im menschlichen Gehirne, behalte ich mir für eine spätere Mittheilung vor.

Späterer Zusatz, unmittelbar nach Uebergabe der Abhandlung. (1850.)

Im Gehirn einer 70jährigen Frau zeigten sich, wie in der Regel bei alten Individuen, die sehr entwickelten, meist stark pigmentirten Ganglienkörper in der *Substantia ferruginea* unter dem *Locus coeruleus* auf dem Boden der vierten Hirnhöhle hinter den Vierhügeln. Sie hatten ungemein lange Fortsätze, welche bei Behandlung mit Wasser sowohl, als mit Quecksilberchlorid zwischen der feinkörnigen Muttermasse und den sparsamen Primitivfasern verliefen und sich sehr schön isoliren liessen. Dr. Leuckart fand mehrere Stellen, wo ein Uebergang von diesen Fortsätzen in ächte Primitivfasern, so wie eine Verbindung einzelner Ganglienkörper untereinander entschieden stattzufinden schien. Ich selbst fand, wie das in seltenen Fällen vorkommt, Zwillingskörper, d. h. zwei verwachsene Ganglienzellen. Es erscheint also nicht nur die obige Annahme durch die unmittelbare Beobachtung gerechtfertigt, sondern es gewinnen auch die früher von mir im elektrischen Lappen des Zitterrochens gemachten Wahrnehmungen, so wie die darauf gegründeten Hypothesen (vgl. Handwörterb. d. Physiol. Bd. III. Abth. 1. S. 398 u. f.) über Reflex und Mitbewegung neue und wie mir dünkt sehr starke Stützen. Nachdem es durch die Ausdauer und die glückliche Hand meines jungen Freundes wirklich gelungen war, den von mir in hundert Fällen bisher vergeblich gesuchten positiven Beweis eines Zusammenhangs zwischen diesen vielstrahligen Zellen und den ächten Primitivfasern zu liefern, gelang dies uns auch noch weiter bei einer gemeinsamen Untersuchung. Ein den Durchmesser der ansehnlichen Zelle um das Vierfache an Länge übertreffender, von ihr ausgehender Fortsatz trat wirklich als Axencylinder in eine dunkelrandige, doppeltcontourirte Hirnfibrille ein. Mithin kann man annehmen

men, dass von einer solchen Zelle ein Fortsatz als Axencylinder abgeht, durch eine Primitivfaser des Körpers läuft und hier wieder zuletzt als Axencylinder in freien Enden, meist ramifizirt, austritt, um zu den Geweben zu gehen. Während des Verlaufs würde der Axencylinder mit der isolirenden doppelteontourirten Schicht umgeben sein. Alle früheren ähnlichen Angaben über die Natur dieser Fortsätze können nicht gelten. Die Abbildungen von Purkinje, Remak, Hannover, Todd und Bowman (deren Arbeiten als vorbereitende sonst sehr zu schätzen sind), zeigen, dass sie bloss die Fortsätze, nicht deren Verhältniss zu genuinen Fibrillen kannten, wie diese Nachweisung denn auch weder Kölliker (s. dessen Zeitschr. Bd. I. S. 143) noch einem anderen der neuesten Schriftsteller hierüber, Valentin, „trotz vielfacher Versuche," gelungen ist. S. dessen Lehrb. d. Physiol. 2te Aufl. Bd. II. Abth. II. S. 701.

Die Untersuchung gehört zu den allerdelikatesten der mikroskopischen Anatomie und ein glücklicher Zufall thut hier gewöhnlich mehr, als die geduldigste Anstrengung. Wie ich es schon früher beim elektrischen Lappen bemerkte, so finde ich auch beim menschlichen Gehirn, dass für diese Untersuchungen eine allzugrosse Frische eher schädlich ist. Es muss ein gelinder Grad der Maceration eingetreten sein, wodurch eine Zerfaserung mit Nadeln besser gelingt. Es ist überhaupt ein Irrthum, wenn man behauptet, Gehirn und Rückenmark faulten rascher, als andere Theile. Bei kühler Temperatur konnte ich im Gehirne noch acht Tage nach dem Tode alle einzelnen histologischen Elemente auf das Schönste darstellen.

Es würde nun die Aufgabe sein, von diesem Punkte im menschlichen Hirn und Rückenmark das Verhältniss der Ganglienkörper zu einzelnen Nervenursprüngen, die Beziehung sensitiver und motorischer Fasern zu den Ganglienkörpern, die Zahlenverhältnisse der von diesen entspringenden Fortsätze, die weitere Verbindung derselben mit Fibrillen oder anderen Ganglienkörpern, ihr Verhältniss zu der Muttermasse u. s. w. zu verfolgen. Es knüpfen sich hieran die interessantesten Fragen für die Nervenphysiologie, welche zunächst nur vom anatomischen Standpunkt in Angriff genommen und beantwortet werden können. Stilling's

Werk über die Varolsbrücke wird hiebei ein trefflicher Leiter sein, wie ich aus Ueberzeugung, nach eigener Erfahrung, wiederholt erklären muss, wenn auch auf einem so höchst schwierigen Gebiete der Irrthum unvermeidlich ist, und ein sicherer Boden nur durch die anhaltende Thätigkeit vieler Beobachter gewonnen werden kann. Ich empfehle zu diesen Untersuchungen immer die Leichen alter Individuen, deren Gehirn bereits stark mit den *Corpuscula amylacea* an den Stellen, wo diese vorzukommen pflegen, durchwirkt ist*). Auch ältere Thiere, z. B. alte Hunde, sind in Bezug auf diese ramifizirten Zellen, namentlich im untern Theile des Rückenmarks, zu empfehlen. Beim Kalbe sind die zahlreich vorkommenden multipolaren Zellen blasser und nicht pigmentirt, daher schwerer aufzufinden. Beim Menschen zeigen sich, wie erwähnt, die multipolaren oder vielstrahligen Zellen in der grauen Substanz des verlängerten Marks an allen Stellen, bald mehr einzeln, bald gehäuft, vom grauen Keil *(Ala cinerea)* bis in die Grosshirnstämme.

) Zuerst von Purkinje im Bericht der Naturforscherversammlung zu Prag. S. 180. fig. 20, zuletzt genauer von Pauli de acervuli origine. Halis 1848 beschrieben und abgebildet.)

*) Späterer Zusatz. Der von mir diesen Gebilden so viel ich weiss zuerst gegebene Namen corpuscula amylacea ist seitdem allgemein angenommen worden. Ueber ihre chemische Qualität haben wir hier nichts sicheres ausmitteln können. Virchow und Meckel haben darüber neuerdings sehr verschieden lautende Mittheilungen gemacht. Ich habe sie selbst bei Fischen in den Hirn-Umgebungen gefunden.

Göttingen, den 18. Februar 1850.

Späterer Zusatz.

Dieser Aufsatz ist der erste gewesen, welcher eine neue Reihe der „neurologischen Untersuchungen“ eröffnet.

Einzelne der hier aufgestellten Sätze sind wesentlich durch die folgenden Arbeiten modifizirt worden.

Auf Einiges glaube ich noch hindeuten zu müssen, wobei ich mich der Nummern der Sätze zur Hinweisung bediene.

ad 1. Was die Theilung der Primitivfasern in den Centraltheilen betrifft, so betrachte ich diese Frage nicht als definitiv abgeschlossen, obwohl ich noch in späteren Abhandlungen bemerkte, dass ich mit Sicherheit keine Theilung an Fasern in den Centraltheilen beobachtet hätte.

Es ist vorzüglich von Hessling gewesen, welcher nach seinen Untersuchungen eine Verästelung der Primitivfasern im Gehirn annimmt und darüber im Jahre 1849 u. 1851 einige kleine Aufsätze publizirt hat *), nachdem mir derselbe schon früher seine Beobachtungen brieflich und mit Abbildungen erläutert gütigst kommunizirt hatte.

Hessling fand diese Verästelung zuerst bei Fischen, namentlich bei Cyprinoiden z. B. *Cyprinus alburnus*, aber auch bei *Rana temporaria*, *Coluber natrix*, beim Schaf, beim Schwein, bei einigen Affen. „Es sind Theilungen der Fasern in zwei bis drei Aeste, diese Aeste sind einer abermaligen Theilung fähig und können sich mit den anderen Fasern vereinigen, wodurch eine

*) Schleiden's und Froriep's Notizen. Bd. IX. Nr. 10, April 1849. — Jenaische Annalen Bd. II. S. 283.

Art von Netzen oder Maschen gebildet wird; an der Theilung nimmt oft, aber nicht immer die Dicke der Faser ab, gegen ihr Ende wird sie aber so fein und durchsichtig, dass unsere jetzigen optischen Hilfsmittel uns im Stiche lassen.“ — „Was den Ort ihres Auffindens betrifft, so ist die Grenze zwischen grauer und weisser Substanz die passendste Stelle.“

So meint Hessling, welcher sodann auch der ähnlichen Beobachtungen von Dr. Schaffner in Herrstein gedenkt. *)

Was nun meine Erfahrungen betrifft, so muss ich bekennen, dass ich zur Entscheidung der jedenfalls wichtigen Frage keine ausdrücklich darauf gerichtete Untersuchungen gemacht habe, dass ich aber häufig, wo mir dergleichen Bilder unter dem Mikroskope vorkamen, dieselben möglichst scharf verfolgte. Da aber meine in den letzten Jahren gemachten Forschungen sich fast ausschliesslich auf Gehirn und Rückenmark des Menschen und einiger Säugethiere bezogen, so kann ich mir nur eine beschränkte Kompetenz, in dieser Frage mitzusprechen, zuerkennen.

Ich setze voraus, dass man bei dieser Frage alle diejenigen mikroskopischen Bilder eliminirt, welche

1) reine Artefakte sind, wo durch Druck, insbesondere an frischen Präparaten, so häufig einzelne, besonders stärkere Primitivfasern durch Ausziehung ihres zähen Inhalts auf ziemlich ansehnliche Strecken gabelige Theilungen zeigen. Solche Bilder kommen um so seltener vor und verschwinden fast völlig, wenn man Chromsäurepräparate untersucht.

2) Dass man alle Vorsicht trifft, wie sich freilich von selbst versteht, nicht zwei an- oder übereinander liegende oder leicht verklebte Fasern für Theilungen zu halten.

Hievon abgesehen bleiben nun allerdings Objekte über, wo Theilungen an Fasern unzweifelhaft sind.

So weit ich aber diese Objekte prüfte, waren es fast immer abgerissene getheilte Fortsätze multipolarer Ganglienzellen mit und ohne doppelt contourirte Faser-Ursprünge. Diese d. h. die Fortsätze der Ganglienzellen kann man aber von den übrigen Axencylindern und auch den feinsten Fasern in der Regel durch

*) Henle's und Pfeufer's Zeitschrift. Bd. IX. 1850. S. 247.

ihr zart-granulirtes Ansehen, durch eine physiognomische Verschiedenheit bei einiger Erfahrung sicher unterscheiden. Der häufigste Ort, wo man diese findet, ist gerade der von Hessling bezeichnete, zwischen grauer und weisser Substanz, wo eben die Uebergänge der Fortsätze von Ganglienzellen in Fasern vorkommen. Ich halte es daher für möglich, dass Hessling Theilungen gesehen hat, die ich zu den genannten rechnen muss.

Uebrigens muss ich bekennen, dass ich in einigen seltenen Fällen sowohl im Rückenmark als im Gehirn Theilungen von Fasern resp. von Axencylindern gesehen zu haben glaube, welche mich veranlassen, die Sache nicht unbedingt zu bestreiten. Die Theorie kann keinen Einwurf dagegen machen und E. Harless hat in einem, der Hessling'schen Notiz angehängten kleinen Aufsatz bereits darauf hingewiesen. Ist das Faktum sicher, so wäre zweierlei möglich:

a) Die Fasertheilung ist nach dem Centrum gerichtet. In diesem Falle würde die einfache Faser von zwei Ganglienzellen aus innervirt werden können.

b) Die Theilung ist nach der Peripherie gerichtet. In dem Falle würde dieselbe sich genau wie eine peripherische Fasertheilung verhalten; beide Aeste würden einen gemeinschaftlichen Punkt im Centrum haben.

ad 4. Enthält einen bereits von Kölliker bekämpften und von mir später zurückgenommenen Irrthum. Jede Primitivfaser besteht nur aus der doppeltcontourirten Markscheide und dem eingeschlossenen Axencylinder.

ad 7. Dieser Satz enthält eine Thatsache, welche ich für eine der wichtigsten und einflussreichsten der Histologie in Bezug auf die Physiologie halte. Ueberall, wo ich nachgesehen, im elektrischen Organ und Muskel, wie in den sensitiven Nerven, z. B. den Nerven der Tastkörperchen, schnürt sich das Mark an den Theilungsstellen bis auf eine feine, blasse Verbindung im Centrum ab, welche dem Axencylinder entspricht. Die Markhülle wird hier entweder ausserordentlich dünne oder verschwindet ganz. Gerade so ist auch das letzte Verhältniss in den Zweigen des Riechnerven und in den Fasern von *Petromyzon*. Bei beiden fehlt entweder die doppeltcontourirte Rindenschicht oder ist schwach entwickelt.

ad 8. Auf diesen Satz will ich keinen besonderen Werth legen. Ohne funktionelle Bedeutung scheint mir die Anordnung nicht.

ad 10. Wie ich später gefunden, gibt es eine stärkere vordere und eine schwächere hintere Kommissur, vor und hinter dem Centralkanal. Beide sind grau und verhalten sich als Querkommissuren für die Ganglienzellen. Am besten lassen sie sich darstellen und schon mit der Loupe oder dem blossen Auge wahrnehmen, wenn man Rückenmarke gut in Chromsäure härtet, wo die graue Substanz sich gelb färbt und auf den Durchschnitten wie gemalt erscheint, während die weisse Substanz dunkel, schwarzgrün mit einem Stich in's Braune gefärbt wird.

ad 13 u. 14. Apolare Zellen verwerfe ich jetzt und halte sie für verstümmelte bipolare oder multipolare. Unipolare sind noch zweifelhaft, jedoch vorläufig noch zuzulassen. Der einzige Ort, wo es mir noch nicht gelungen ist, die apolaren Zellen als mutilirte strahlige nachzuweisen, ist das Herz.

Vielstrahlige Ganglienzellen wollen in den peripherischen Ganglien Frey, Stannius und Remak gesehen haben. Ich habe in der letzten Zeit hierüber keine Untersuchungen angestellt. Früher vermisste ich sie.

ad 18. An sehr vielen Stellen des Gehirns kommen solche scheinbar bipolare Zellen vor. Verfolgt man diese spindelförmigen Zellen sorgfältig, besonders in Chromsäurepräparaten, so wird man stets finden, dass beide, oft ziemlich lange Fortsätze in feine, oft büschelförmig entspringende Fasern übergehen, so dass alle diese Zellen als multipolare betrachtet werden müssen.

ad 20. So wie im kleinen Gehirn eigenthümlich geformte Zellen vorkommen, so auch an einigen Stellen im grossen Gehirn, z. B. im Ammonshorn, wo es Zellen gibt, aus deren einem stumpfen Ende unmittelbar eine Menge sehr feiner Fortsätze entspringen, während an der entgegengesetzten Seite ein sehr langer dünner Fortsatz entspringt, der schliesslich auch Fasern abgiebt. Diese Zellen können mit Streitäxten oder Zwiebeln verglichen werden.

Dass hier noch die Zellen in den Basalganglien, Sehhügeln u. s. w. als fortsatzlos und durch blosse Contiguität mit Fasern verbunden angenommen werden, beruht auf einer unvollständigen Ansicht und ist in der 7ten und 8ten Fortsetzung der neurologischen Untersuchungen berichtigt.

Das peripherische Nervensystem der Fische,

anatomisch und physiologisch untersucht von Dr. Hermann Stannius, Professor an der Universität zu Rostock. Mit 5 Steintafeln. IV u. 156 S. in Quart. Rostock 1849. *)

Ich habe schon bei Gelegenheit der in jüngster Zeit von mir der k. Societät der Wissenschaften vorgelegten neurologischen Untersuchungen **) über dieses Werk bemerkt, dass dasselbe in der anatomisch-physiologischen Literatur eine sehr bedeutende Stellung einnimmt und in morphologischer, histologischer und physiologischer Beziehung von grösster Wichtigkeit ist. Das Werk verdient daher auch eine ausführliche Besprechung in unseren alle Haupterscheinungen der Literatur umfassenden Blättern.

Es war ein glücklicher Gedanke des Verfassers, diese Arbeit zu unternehmen. Seine günstige äussere Lage an einem, wenn auch nicht sehr reichen Meere, der Ostsee, die Gelegenheit die benachbarte Nordsee leicht und wiederholt besuchen zu können, mussten ihn vor Anderen dazu befähigen. Die Fische als niedrigste und höchst mannichfaltig gegliederte Wirbelthierklasse bieten in allgemein morphologischer Beziehung schon an sich ein grosses Interesse dar, um so mehr aber gerade für vergleichende Neurologie, wo die klassischen ichthyotomischen Arbeiten Rathke's und Joh. Müller's der Natur der Sache nach nicht auf die höchst zeitraubenden Details der peripherischen Nervenverbreitung eingehen konnten. In histologischer Hinsicht war eine solche

---

*) Diese Rezension ist ursprünglich im 56sten Stücke d. gelehrten Anzeigen (8. April 1850) abgedruckt.

**) S. Nachrichten von der G. A. Univ. u. d. k. Gesellsch. d. Wissensch. Nr. 4. d. J. den 25. Febr.

durchgreifende Arbeit um so dringender geboten, als die Untersuchungen von Bidder, von Robin und von mir gezeigt hatten, wie die Fische mehr als irgend eine andere Thierklasse eine Einsicht in den feineren Bau des Nervengewebes gestatten. Die Histologie des Nervensystems ist aber bei dem gegenwärtigen Zustand der Nervenphysik von überaus grosser Wichtigkeit für diese selbst, und die zahlreichen Widersprüche der Experimente in diesem Gebiete erwarten zunächst eine Aufklärung von der anatomischen Seite. Ausserdem ist die Prüfung der motorischen oder sensitiven Eigenschaften der einzelnen peripherischen Nervenpartien bei den Fischen um so wichtiger, als sie uns ganz ungewöhnliche Vortheile vor anderen Thieren darbieten. Die Säugethiere und Vögel sind wegen ihrer Grösse allerdings sehr geeignet zu Versuchen mittelst Durchschneidung und Reizung einzelner Nerven. Aber sie haben das Unangenehme für den Experimentator, dass bei ihnen, als warmblütigen Wirbelthieren, die Reizbarkeit zu bald abstirbt, und dass ihr ganzer Bau, bei starkem Knochengerüste und sehr reichen Blutgefässnetzen, Schwierigkeiten in der Entblössung der zu prüfenden Nervenpartien, namentlich der Nervenwurzeln, macht. Der Frosch aber, der uns in dieser Hinsicht, besonders durch seine grosse, längere Zeit anhaltende Reizbarkeit sonst sehr vortheilhaft ist, bietet wieder wegen seiner Kleinheit grosse Hindernisse in der Handhabung, wenn es gilt ganz kleine Nervenstämmchen, Wurzeln u. dgl. aufzusuchen, zu isoliren und mit elektrischen Reizapparaten zu prüfen.

Durch seine zahlreichen Vorarbeiten, besonders für das Lehrbuch der vergleichenden Anatomie, war ohnedem der Verfasser schon doppelt zu dieser vorliegenden Arbeit befähigt, wie wir denn auch sehen, dass er die ganze Literatur dieses Gegenstandes vollständig durchgearbeitet hat und mit grosser Gerechtigkeit fremde Untersuchungen mit seinen eigenen zusammenstellt. Referent erkennt dies auch dankbar für seine Arbeiten an.

Wir folgen zunächst dem Verfasser in das Detail seiner Darstellung, so weit es in einer solchen Anzeige möglich ist, und wollen besonders alle für die Wissenschaft neuen Thatsachen herausheben.

Der erste Abschnitt handelt von den drei höheren Sinnes-

nerven. Was den *N. olfactorius* betrifft, so weist der Verfasser nach, dass die sog. *tubercula olfactoria* der Fische, wo sie auch liegen mögen, z. B. unmittelbar vor den Hemisphären, wie bei den meisten Knochenfischen oder vor dem Eintritt des Geruchsnerven in das Riechorgan, wie beim Menschen der *bulbus cinereus*, so bei den Knorpelfischen und anderen, stets identische Gebilde sind. Der Verfasser fand bei *Raniceps fuscus* eine bisher unbekannte, sehr interessante Zwischenbildung, wo die *tubercula olfactoria* weder an der Wurzel, noch am Ende, sondern im Verlauf des Riechnervenstammes liegen. Die Wurzeln der Geruchsnerven entspringen bei vielen Knochenfischen von der Basis der Hemisphären. Besonders wichtig war mir die Angabe, dass die innere Wurzel in ihrem Ursprunge von der *Commissura interlobularis* der Hemisphären nachgewiesen wurde. Beim Menschen nämlich und vermuthlich bei allen höheren Wirbelthieren liegen die Ursprünge dieser Wurzel in der *Commissura anterior*, welche zugleich Commissur für die Riechnerven ist. Die *tubercula olfactoria* haben den Charakter der Hirntheile; sie bestehen aus Gehirnzellen und feinen Röhren. Der Verfasser vermochte keinen continuirlichen Zusammenhang beider unter einander nachzuweisen, was mir ebenso wenig früher bei den Fischen, als neuerlich beim Menschen und den Säugethieren gelang. Ich bestreite, dass ein solcher Zusammenhang existirt. Die kernartigen Hirnzellen sind hier, wie ich glaube, stets blosse Belegungsgebilde der Fasern. *)

Auch beim *N. opticus* berichtigt der Verfasser Vieles. Er zeigt, dass weder die *Lobi inferiores* noch die *Lobi anteriores* als Ursprungsstätten des Sehnerven zu betrachten sind, sondern lediglich die *Lobi optici;* aber es bestehen Verbindungen mit der *Fascia lateralis* und der *Commissura ansulata.* Sehr detaillirt sind seine Untersuchungen über das Chiasma; es findet, wie im Voraus zu erwarten war, eine vollständige Kreuzung Statt. Jeder weisse *tractus opticus* entspringt einzig und allein vom *Lobus opticus* seiner Seite und geht zum Sehnerven und Auge der andern Seite.

---

*) Spät. Zusatz. Dieser Satz bedarf eine Modifikation, im Sinne des Schlusssatzes zu 20 S. 88.

Es finden sich aber auch einige schmale echte Commissurenbündel. Das Chiasma der Rochen (weniger sicher das der Haifische) verhält sich im Wesentlichen wie die einfache Kreuzung der Sehnerven bei den Grätenfischen. Diese Beobachtungen sind von Interesse auch für die Bildung beim Menschen. Hier hat gewiss der *thalamus opticus* den geringsten direkten Zusammenhang mit dem *tractus opticus* und dem Sehnerven. Die Stammfibrillen des Sehnerven entstehen, wie bekannt, vorzüglich aus dem *Corpus geniculatum externum*, aus Haube, Schleife, Vierhügeln (besonders den vorderen) und der *Commissura posterior*. Beim Hunde sieht man deutlich Fasern von den Grosshirnschenkeln kommen. Ebenso glaube ich, wenigstens beim Menschen Fasern von der *Substantia perforata antica lateralis* und aus dem Boden der dritten Hirnhöhle, als Fortsetzung der runden Stränge, annehmen zu müssen.

N. acusticus. Der Verfasser spricht sich gegen die mehrfach behauptete Wurzelverbindung mit dem *N. accessorius* und *trigeminus* aus. Er konnte seinen Ursprung zuweilen bis auf den Boden des vierten Ventrikels verfolgen und es schienen ihm drei Wurzeln durch eine weisse Quercommissur verbunden. Er besteht stets aus breiten Fasern (während der *opticus* zwar meist sehr zarte und schmale, aber auch z. B. bei Knorpelfischen ziemlich viele breitere enthält). Ganglienkörper sah der Verfasser nie in seinem Bereiche. *) Was die Endigung betrifft, so nimmt der Verfasser Schlingen an, lässt aber neben denselben die Möglichkeit freier Endigungen zu. Ich habe früher Schlingen zu unbedingt und allgemein bei Fischen angenommen. Auch Joh. Müller hält Schlingen für unzweifelhaft. Ich gestehe, dass meine späteren Untersuchungen an Fischen der Annahme von Endschlingen weniger günstig waren, obwohl es oft den Anschein hat. Ich will sie nicht leugnen. Schlingenartige Umbiegungen sind jedenfalls vorhanden. Ob wirklich zwei Primitivfasern aus der Wurzel zuletzt zu einer Schlinge zusammentreten, weiss ich nicht.**) Es ist dies um so schwieriger zu sagen, als in der peripherischen

*) Spät. Zus. Später zeigte der Verf., dass zahlreiche bipolare Ganglienkörper im nerv. acust. der Fische, wie aller Wirbelthiere vorkommen.

**) Spät. Zus. Vergl. hierüber die sechste Fortsetzung der neurologisch. Untersuchungen.

Ausbreitung des Hörnerven Theilungen vorkommen. Entschiedene Commissuren des Hörnerven finde ich bei Menschen, da wo derselbe sehr entwickelt ist. In meinen neurologischen Untersuchungen habe ich davon gesprochen. Die Commissurenfasern in der Rautengrube hinter den *Striae medullares* (deren hinterste Abtheilung gewöhnlich in die Hörnervenwurzeln übergeht) sind immer deutlich, seltener die vorderen, an den Pyramiden gelegenen. Nichts variirt im menschlichen Gehirne mehr als eben die *Striae medullares* und die übrigen Chorden der Rautengrube. Foville nimmt sehr weit ausgedehnte Verbindungen des Hörnerven beim Menschen an, die ich nicht alle bestätigen kann; er statuirt Verbindungen mit dem kleinen Gehirn, namentlich dem hintern Marksegel und der Flocke. Ich finde nur, dass deutlich Wurzelelemente des Hörnerven in einem kleinen Bündelchen vor dem Segel vom Brückenschenkel *(Crus cerebelli ad pontem)* kommen. *) Beim Menschen gehören die Primitivfasern in der Wurzel des Hörnerven zu den mittelfeinen; feiner sind sie im Sehnerven, noch viel feiner im Riechnerven. Ich bin geneigt diesen Verhältnissen einen physiologischen Werth beizulegen. Doch müssen wir erst wissen, was die Dimensionen der Querschnitte der Primitivfasern überhaupt zu bedeuten haben. Im Nervensystem sollten wir allen durchgreifenden Bildungsverschiedenheiten einen Werth zutrauen.

Augenmuskelnerven. Diese behandelt der Verfasser im zweiten Abschnitt im Zusammenhang. Der *N. oculomotorius* entspringt mit einfacher Wurzel, selten mit 2 Schenkeln (bei *Raja clavata)* vom *Pedunculus cerebri* dicht hinter dem *Lobus inferior.* Der *N. trochlearis* hat stets nur einfache Wurzeln. Bei Knorpel- und Knochenfischen fand Stannius, dass beide *N. N. trochlearis* dicht neben einander in den *Crura cerebelli ad corpora quadrigemina* wurzeln, und ihre Ursprünge sind durch eine Commissur mit einander verbunden. Der *N. abducens* kommt aus den vorderen Pyramiden der *Medulla oblongata*, gewöhnlich mit dicht neben einander liegenden Wurzelsträngen. Der Verfasser knüpft

*) Spät. Zus. Vortreffliche Darstellungen der Ursprünge des Hör-Nerven S. in Stilling's Werk über die Brücke.

hieran weitere allgemein interessante Bemerkungen. Bei einem Theile der niedersten Fische fehlen diese Nerven. Bei *Lepidosiren* und den *Petromyzonten* gibt auch der *trigeminus* Fäden zu den Augenmuskeln ab, und die Bahnen des *trigeminus* und der Augenmuskelnerven combiniren sich. Etwas Aehnliches kommt nach Fischer auch bei den geschwänzten Batrachiern vor. Der Umfang der Augenmuskelnerven entspricht bei den Knochenfischen der Stärke der Augenmuskeln. Die Augenmuskeln erhalten ausschliesslich breite Primitivfasern. Es kommen Theilungen vor und zwar bald im Stamme, bald in den Aesten, bald in den Zweigen. Stannius sah sie nur dichotomisch; vor der Theilung immer eine leichte charakteristische Einschnürung, zuweilen die secundären Aeste wenig schmaler, als die primären, womit meine früheren Untersuchungen an Fischen übereinstimmen. Die Ursprünge der gleichnamigen Nerven liegen so nahe und in der Tiefe so enge beisammen, dass man annehmen muss, sie bilden eine Commissur. Dies ist der Fall sowohl bei Knorpelfischen, als bei Knochenfischen. Eine wirkliche Commissur bilden die *N. N. trochleares*, und zuweilen scheint dies auch der Fall bei den *N. N. abducentes* und *oculomotorii*. Fast gerade so möchte ich mich über die Commissuren der Augenmuskelnerven beim Menschen aussprechen, wie ich bereits in meinen neurologischen Untersuchungen bemerkte. In Bezug auf die *N. N. trochleares* sind sie von mir beim Menschen, beim Hunde, beim Kaninchen gesehen; die Kreuzungen der Ursprungsfasern sind sehr deutlich; dem blossen Auge erscheinen sie wie ein queres Band. Vom *oculomotorius* des Menschen scheinen mir besonders die inneren, oft gesonderten Wurzelbündel durch Commissuren verbunden. Uebrigens enthalten die Wurzelbündel beim Menschen nicht ausschliesslich breite Fibrillen; namentlich beim *oculomotorius* sind auch schmale ziemlich reichlich.

N. trigeminus und *facialis*. Beide Nerven stehen in höchst inniger Beziehung; ihre Wurzeln liegen sich nahe und selbst sehr nahe. Auch die von den Wurzeln gebildeten Ganglien beider Nerven stehen oft mit einander in Verbindung und können selbst verschmelzen. Manche Anatomen haben sie als einen Nerven beschrieben, welche Ansicht der Verfasser nicht theilen kann. Er rechnet zum *trigeminus* die *rami ophthalmici*, nebst dem *ci-*

liaris, den Stamm des *r. maxillaris* und *buccalis*. Der *N. facialis* wird constituirt durch den *opercularis* und *hyoideo-mandibularis*.

Der Verfasser stellte bei sehr vielen Fischen anatomische, histologische und experimentelle Untersuchungen an. Gegen Büchner und Bidder, welche nur 2 Wurzeln annehmen, fand Stannius immer 4—5, nur selten 3; er bezeichnet die einzelnen Gattungen im Detail und stellt nach ausführlicher Erörterung im Einzelnen die Ergebnisse übersichtlich zusammen. Schon bei der detaillirten Beschreibung findet man, dass überall motorische Funktion und Mangel von Ganglien, so wie auf der andern Seite sensitive Natur und Ganglienbildung mit bipolaren Ganglienkörpern sich combiniren; also eine Bestätigung der Grundanschauung, wie ich dieselbe nach Untersuchungen am Zitterrochen und anderen Plagiostomen zuerst aufstellte. Der Verfasser fand die Wirkungen gemischt, wo keine scharfe Scheidung der anatomischen Elemente sich findet. Es zeigen sich feine und breite Fibrillen, oft gemischt, oft mehr gesondert in den Wurzeln, auch Ansammlungen von Ganglienkörpern ohne äussere Anschwellung und Anhäufungen von Ganglienkugeln, von denen die wenigsten bipolar zu sein scheinen. Im Allgemeinen findet sich: 1) eine gemischte hintere, 2) eine sensitive hintere mit bipolaren Ganglienkörpern und breiten Fasern für die absondernden Gebilde der äussern Haut, 3) eine nicht motorische hintere mit feinen Primitivröhren und eingewirkten Ganglienmassen, zur Haut und zu den Schleimhäuten, 4) eine ausschliesslich motorische, vor dem *acusticus* entspringende, in den *facialis* eingehende Wurzel. Beim Austreten aus der Schädelhöhle kommen dann noch grosse gangliöse Plexus vor, aus denen die einzelnen Nervenstämme hervorgehen, dazwischen discrete Ganglien. Die motorische Wurzel des *N. facialis* nimmt, wie sich Stannius bei vielen Knochenfischen überzeugte, keinen Antheil an der Ganglienbildung, sondern durchsetzt nur die gangliöse Masse oder geht an ihr vorbei, um in Verbindung mit den sensibelen Elementen den *N. facialis* zu constituiren. Nun kommt eine sehr specielle, höchst detaillirte, vortreffliche Beschreibung der einzelnen Zweige, wohin wir dem Verfasser nicht folgen können, mit interessanten Angaben über die Verbreitung der feinen und groben Fasern. Von sehr grosser Wichtigkeit ist unstreitig

wegen der sich daran knüpfenden physiologischen Fragen über Zweck und Bedeutung der Ganglienbildung das Ciliarnervensystem, das man bisher bei den Fischen noch so ungenügend gekannt hatte. Das *Ganglion ciliare* ist bald vorhanden, bald fehlt es. Von dessen histologischen Elementen wird weiter unten die Rede sein. Auf 26 Seiten behandelt sodann der Verfasser mit ungemeiner Sorgfalt die anatomischen Verhältnisse der übrigen Aeste des *trigeminus* und *facialis*. Von besonderer morphologischer Wichtigkeit sind die allgemeinen und vergleichenden Bemerkungen über beide Nerven. Das Endresultat der Untersuchung, das auch dem Referenten vollständig bewiesen scheint, ist: dass der früher als *ramus opercularis trigemini* beschriebene Ast der Fische wirklich die Benennung eines *facialis* verdient. Dieser Nerv besitzt eine discrete motorische Wurzel und empfängt seine sensiblen Elemente aus zwei ihm und dem *trigeminus* zugleich zukommenden hinteren Wurzeln, steht also mit dem letzteren Nerven durch einzelne gemeinsame Wurzeln in einem engeren Verband, als bei der Mehrzahl der höheren Wirbelthiere, mit Ausnahme der nackten Reptilien und unter ihnen besonders der ungeschwänzten Batrachier, wo *trigeminus* und *facialis*, ähnlich wie bei den Gadoiden, aus einem gemeinsamen Ganglion hervorgehen. Als eigenthümliches accessorisches Element des *N. facialis* betrachtet der Verfasser gewiss ganz mit Recht den *ramus primus electricus s. trigemini* des Zitterrochen, worin ihm Referent ganz beistimmt.

N. glossopharyngeus. Ein bei der Mehrzahl der Fische (gegen die bisherige Meinung) vollkommen selbständiger Nerve mit eigener, vom *N. vagus* gesonderter Wurzel. Die Wurzel ist in der Regel einfach, selten doppelt. Bei den Gadoiden findet sich eine einfache und eine doppelte Wurzel. Der Nerve enthält bei den Knochenfischen stets Primitivröhren von zweierlei Art, vorwaltend feine mit Tendenz zur Bildung von Varicositäten und in geringerer Menge die gewöhnlichen breiteren Fasern. Aehnliche Mischung, nur in andern Verhältnissen zeigen die Plagiostomen. In der Wurzel sind jedenfalls motorische Elemente. Auf Reizung folgt ein Heben des ersten Kiemenbogens und Anziehen desselben an den Schädel, bei den Rochen Bewegungen in der Gegend der

ersten Kiemenspalte und in den vordern äussern Constrictoren der Kiemensäcke. Die Bildung einer beträchtlichen gangliösen Anschwellung hat bei allen Knochenfischen ohne bekannte Ausnahme sogleich oder bald nach dem Austritte aus der Schädelhöhle Statt. Das Ganglion steht häufig in Verbindung mit dem Grenzstrang des Sympathicus, und in der Regel scheinen in dasselbe sämmtliche Wurzelelemente einzugehen. Stannius sah aber, was mir sehr wichtig scheint, bei *Belone* ein später in die Muskeln des ersten Kiemenbogen sich vertheilendes Fädchen an dem Ganglion vorbeitreten.

N. vagus. Dieser wichtige Nerve hat bei Knochen- und Knorpelfischen zwei discrete Muskelportionen von beträchtlicher Stärke. Fast allgemein ist die mehr nach vorne gelegene Wurzel dünner und entspringt auch höher aufwärts. Man kann aber demohngeachtet beide Wurzeln nicht als analog den Spinalnervenwurzeln betrachten. Die erste Wurzel entspringt aus dem hintern und obern Theil der *Medulla oblongata* und zwar von dem als *Lobus posterior* beschriebenen Wulst, aus welchem eine bipolare Ganglienkörper enthaltende, mit breiten Primitivfasern versehene, einfache oder doppelte Wurzel des *N. trigeminus* entspringt. Sie enthält anfänglich durchaus nur breite Primitivröhren; diese ergeben sich bei allen Fischen als Schenkel bipolarer Ganglienkörper zu erkennen. Niemals hat Stannius irgend eine Muskelbewegung auf Reizung dieser Wurzel eintreten sehen. Die zweite, gewöhnlich bedeutend stärkere Wurzel tritt zwischen vorderem und hinterem Strange der *Med. oblongata* heraus; hier liegen die *Lobi vagi*, mit denen sich die Wurzel combinirt, und immer entsteht bei Berührung dieser Anschwellung Contraction im Gaumen. Gewöhnlich wird diese Wurzel aus mehreren kurzen Strängen zusammengesetzt, bei den Cyprinen aus 6—8, bei andern Fischen aus 2—3, beim Stör aus 5, bei *Raja* aus 24—28, bei *Spinax* nur aus 4. Bei den Knochenfischen sind in dieser Wurzel vorherrschend feine Fasern mit Tendenz zur Varikositätenbildung; bei einzelnen Fischen machen sie vielleicht $^9/_{10}$ aus. Einzelne Ganglienkörper kommen darin bisweilen noch in der Schädelhöhle vor. Bei *Accipenser* sind die breiten Fasern vorherrschend; bei den Plagiostomen dagegen walten die schmalen vor. Versuche zeigen

die Anwesenheit motorischer Elemente: Zuckungen in der Muskulatur der Kiemenbogen, bei den Haien auch in der Speiseröhre und im Magen, quere Einschnürung besonders an der *portio pylorica*. Interessant ist die Wiederholung des Weber-Budge'schen Versuchs am Herzen. Ein Rotations-Apparat an die Medulla oder die Vaguswurzeln bei *Pleuronectes Acipenser* hatte denselben Effect auf das Herz wie bei den Fröschen; es stand momentan still. Nach dem Austritt aus der Schädelhöhle kommt eine grosse Ganglienbildung vor, woran nur die zweite, nicht die erste Wurzel sich betheiligt; zuweilen jedoch, wie bei *Belone*, *Silurus* u. a. m., können kleine gangliöse Anschwellungen an ihr vorkommen. Die zweite Wurzelportion bildet den eigentlichen *N. vagus* oder *branchio-intestinalis (pneumogastricus)*. Dieser *N. branchio-intestinalis* bildet ein grösseres Gangliengeflecht; den *truncus pro arcu branchiali primo et secundo* formirt ein besonderes Ganglion. Bei den Plagiostomen hat jeder einzelne Kiemenzweig an seiner Basis ein discretes Ganglion. Stannius bestätigt und dehnt auf alle Fische aus, was ich für *Torpedo* bemerkte, dass Reizung der Kiemenganglien und Kiemennerven deutliche und starke Contractionen in den Muskeln der Kiemen bewirkt. Ich erinnere mich noch lebhaft, wie sehr mich das Resultat des Versuchs frappirte. Nach meiner schon damals gewonnenen Meinung mussten die aus dem Kiemenganglion tretenden Zweige rein sensibel sein und durften keine Contraction veranlassen. Es blieb mir nur die Ansicht übrig, dass hier motorische Fasern durchtreten, welche nicht bei der Ganglienbildung selbst betheiligt sind. Gleichwohl sind die Ganglien so stark, und eine Zerfaserung zeigt lauter Fibrillen mit bipolaren Ganglienkörpern, dass ich mir die Erscheinung bis heute nicht zu reimen weiss. Vergeblich suche ich auch bei Stannius Aufklärung darüber, ob er durchtretende Fasern beobachtet hat. Die Aeste des *N. branchio-intestinalis* sind bestimmt für die Schleimhaut und die Muskeln der Kiemen, für die Gefässe, Schlundkopf und Schlundkopfmuskeln, obere und untere Schlundkiefern, muskulöses Diaphragma der Kiemenhöhle, Vorhof des Herzens, Speiseröhre und Magen, Schwimmblase, vordere Schultermuskeln bei *Raja*, *Spinax Carcharias* und elektrisches Organ. Im *ramus cardiacus* fand Stannius nur feine Primitivröhren bei *Alosa*; er be-

schreibt ein *Ganglion intestinale* bei *Belone;* die Zweige verbinden sich mit denen des *plexus coeliacus* und mit sympathischen Zweigen.

Sehr vollständig und interessant sind die Untersuchungen über das Seitennervensystem. Stannius fand sehr allgemein die von Bidder und von mir hier gesehenen bipolaren Ganglienkörperchen mit breiten Fibrillen und zwar in grösster Zahl und Deutlichkeit mit Faserfortsätzen nach Peripherie und Centrum. Er hält jedoch auch das zweite, von mir bis jetzt nie wahrgenommene Bidder'sche Verhältniss für möglich, wo beide Faserschenkel nach der Peripherie gehen sollen, so bei *Silurus* und den Ganoiden (d. h. *Acipenser*), wo übrigens die Zerfaserung schwierig ist. Bei *Trigla* fand der Verf. besonders schön die bipolaren Ganglienkörper, eben so bei den Plagiostomen und bei *Petromyzon.* Die Erwähnung des letzten Fisches war mir besonders wichtig, da ich denselben bei einer früheren, freilich nur flüchtigen Untersuchung für diese Verhältnisse wenig geeignet fand. Der Stamm des Seitennerven enthält ausser breiten Fasern auch feine; erstere herrschen aber vor. Nie fand der Verf. hier Theilungen der Primitivfasern. Wurzel und Stamm des Seitennerven, sowie seine Zweige besitzen durchaus keine motorischen Eigenschaften, wie früher schon Joh. Müller und Büchner angaben und zahlreiche neue Versuche an vielen Fischen zeigten. Auch reflectirte Bewegungen scheinen durch den Seitennervenstamm nicht hervorgerufen zu werden, so nach Versuchen beim Aal; dagegen schien dies der Fall zu sein beim Rochen. Ist hier am Stamme selbst experimentirt worden? bekanntlich treten auch bei Fröschen in der Regel keine Reflexbewegungen ein, wenn man die Zweige und Stämme der Hautnerven reizt, während sie immer auf Reizung von deren letzter Ausbreitung in der Haut erfolgen, eine Erscheinung, die noch unerklärt ist. Das Seitennervensystem findet sich sowohl bei Fischen mit Seitenkanal und Seitenlinie, als ohne diese. Auf das Bestimmteste leugnet Stannius mit E. H. Weber gegen Cuvier und Büchner die Verbindung des Seitennerven mit den Spinalnerven, mit Ausnahme eines Zweigs vom zweiten Spinalnerven bei *Acipenser.* Bei den Plagiostomen ist nur ein einfacher Stamm vorhanden, bei den Knochenfischen finden sich mehrere Aeste. Auf sehr interessante Weise zeigt Stannius, wie die Ein-

fachheit des Stammes bedingt wird durch bestimmte Verhältnisse zum Seitenkanal und zu der Beschuppung, d. h. je nachdem Schilder vorhanden sind oder nicht. Bei den meisten Knochenfischen endet er in zwei Zweige gespalten in der Haut der Schwanzflosse. Er gibt feine Zweige ab, welche zur Haut gewöhnlich an den Seitenkanal und dessen Röhren gehen. Nach Cuvier und Büchner würde es einzig ein Hautnerve sein, nach Weber und Savi wenigstens zugleich Muskelnerve. Stannius fand niemals Muskelzweige, ausser ein paar feine bei *Acipenser*, welche aus der oben erwähnten Verbindung mit dem 2ten Spinalnerven stammen. Diese Fäden zu den Muskeln enthalten breite Primitivröhren. Sehr genau untersuchte der Verf. das Verhältniss der Zweige des Seitennerven zum Seitenkanal. Besonders deutlich bei den Knochenfischen begibt sich der *ramus superficialis* des Seitennerven wirklich zum Seitenkanal. Aeusserst wichtig sind die weiteren Wahrnehmungen, dass Bündel von breiten Primitivfasern als Zweige des Seitennerven in die Höhle der Schuppen und Knochen des Seitenkanals, in sämmtliche Schleimröhrenknochen des Schädels und Kopfes, sowie in die Ampulle der merkwürdigen Follikel bei den Plagiostomen eintreten. Alle diese Nerven, wo sie immer liegen und eintreten mögen, haben eine gemeinsame Ursprungsstätte. Dies ist bei den Knochenfischen der sogenannte *Lobus medullae oblongatae*, beim Stör und den Selachiern das *Corpus restiforme*. Aus diesen Hirntheilen entspringt diejenige einfache oder doppelte Wurzel des *N. trigeminus*, welche für die Schleimröhren des Kopfes bestimmt ist, sowie für die Wurzel des *N. lateralis vagi*. Alle die breiten, in diese Hirntheile sich inserirenden Primitivröhren, sind Pole bipolarer Ganglienkörper. Es gibt aber Fische, denen der Seitenkanal mangelt *(Lophius)*, oder wo er sehr schwach ist; hier gehen die oberflächlichen Aeste zur Haut. Hieran knüpft der Verf. „allgemeine Bemerkungen über das Seitennervensystem des *N. vagus*“ an, welche voll der interessantesten und feinsten Andeutungen und Anknüpfungen für Physiologie und Morphologie sind. Es stellt sich erstens die merkwürdige Thatsache heraus, dass bei den niederen Wirbelthieren, den Fischen und nackten Amphibien nicht motorische Nerven vorhanden sind, welche im Gehirn oder vielmehr im verlängerten Marke wurzeln und die sich

peripherisch längs des ganzen Rumpfes bis zum Schwanze hin erstrecken. Diese Nerven gehören nur dem äusseren Hautsysteme und seinen accessorischen absondernden Apparaten an. Es ist hier ein physiologisch verwandtes System von Primitivfasern in den Bahnen des *vagus*, des *facialis* und *trigeminus* vorhanden. In den weiteren sehr interessanten morphologischen Betrachtungen über das Verhältniss des Seitennerven und des Seitenmuskels können wir dem Verf. nicht folgen. Nur so viel sei hier bemerkt, dass der Verf. auf eine sehr anziehende Weise als morphologisches Aequivalent des letzten dorsalen Astes des Seitennervensystems den *ramus auricularis nervi vagi* bei Säugethieren und beim Menschen betrachtet.

Spinalnerven. Hier handelt der Verf. zuerst ausführlich von den ersten Rückenmarksnerven, von *Trigla hirundo* und *gurnardus* und den daselbst vorkommenden eigenthümlichen Anschwellungen des Rückenmarks, die Tiedemann entdeckt hat. Eine solche nähere Untersuchung war höchst wünschenswerth. Es zeigte sich, dass die hier entspringenden hinteren Wurzeln vornehmlich feine Röhren führen und eben solche die daraus entspringenden Nerven für die Haut der fingerförmigen Fortsätze. Stannius bestätigt und erweitert Swan's Entdeckungen über den abweichenden Bau der Spinalnervenwurzeln bei den Gadoiden, wo die hinteren Wurzeln doppelt sind. Die hintere Wurzel enthält bei Knochen- und Knorpelfischen in überwiegender Zahl feine Primitivfasern mit Neigung zur Bildung perlschnurförmiger Varikositäten. Ganglienkugeln kommen schon vor der gangliösen Anschwellung vor. Die vordern Wurzeln enthalten bei den Knochenfischen breite oder sehr sparsam feine Röhren, bei *Acipenser* nur breite, bei *Spinax* und *Raja* nur ein paar feine, also Bestätigung meiner Beobachtungen gegen Robin bei Rochen. Die Reizungsversuche ergaben, wie ich auch gefunden, Bestätigung des Bell'schen Gesetzes über die verschiedene Funktion der Wurzeln; so bei *Raja*, *Squalus*. Trefflich eignet sich auch *Acipenser* dazu. Es wird also auch hiedurch Marshall Hall's Behauptung widerlegt, worauf auf Reizung der hinteren Wurzel bei *Raja* Bewegung erfolgen soll.

Spinalganglien. „Die Spinalganglien, immer vorhanden bei Anwesenheit von hinteren Wurzeln, entstehen anscheinend be-

ständig auf Kosten dieser letzteren.“ Sehr wichtig ist hier Stannius Nachweisung des Irrthums von Bidder, welcher bei *Lota* einen Unterschied in dem Verhalten zu den Spinalganglien zwischen vorderer und hinterer Wurzel nicht finden konnte und glaubte, dass beide Wurzeln in den Knoten eintreten, was er auch für die Spinalnerven des Hechts annimmt. Bidder ist aber getäuscht worden durch die abweichende Bildung bei der Aalquappe, da diese an den meisten Spinalnerven des Rumpfes, mit Ausnahme des ersten, zwei hintere Wurzeln hat. Stannius fand, dass jede dieser Wurzeln ein kleines Ganglion hat, woran die motorische Wurzel durchaus keinen Theil nimmt. Die Ganglien enthalten bipolare Ganglienkörper und theils breite, theils schmale Primitivfasern. Aehnlich ist es bei den andern Gadoiden. Auf das evidenteste überzeugt man sich bei Rochen und bei *Chimaera*, dass das *Ganglion spinale* ausschliesslich auf Kosten der hinteren Wurzel gebildet wird, da es in einiger Entfernung von der Verbindung mit der vorderen Wurzel liegt. Auch bei *Acipenser* (am 2ten Spinalnerven) und bei *Lophius* überzeugt man sich leicht von dieser Beziehung des Ganglions zur hinteren Wurzel, schwieriger bei anderen Fischen. Diese Beobachtungen stimmen ganz mit den früheren Untersuchungen von E. H. Weber, Robin und mir. Der Verfasser untersuchte bei *Belone, Pleuronectes, Gadus, Lota, Raniceps, Acipenser, Spinax, Carcharias, Raja* die Ganglien mikroskopisch. Er fand übereinstimmend mit mir, Robin und Bidder meist bipolare Ganglienkörper, aus deren Polen breite und schmale Fasern entspringen. Er sagt am Schlusse: „Ich glaube annehmen zu müssen, dass die unipolaren Ganglienkörper, welche man bisweilen sieht, meistens, wenn nicht immer, durch das Abgerissensein des zweiten Nervenpols entstehen.“

Ueber dieses Verhältniss muss ich mich etwas genauer verbreiten, da es für die ganze Lehre vom anatomischen Unterschied der sensitiven und motorischen Fasern von grösster Wichtigkeit ist. Ich habe zuerst mit Bestimmtheit ausgesprochen, dass bei dem Zitterrochen alle von mir vollständig analysirten Spinalganglien aus zweistrahligen (bipolaren) Ganglienkörpern bestehen, eine Primitivfaser nach dem Rückenmark, eine andere nach der Peripherie entsendend. Ich sprach es aus, dass, wie Bell einen fun-

damentalen Unterschied in der Funktion der vorderen und hinteren Wurzel der Rückenmarksnerven nachwies, sich auch ein fundamentaler anatomischer Unterschied auf die oben angegebene Weise nachweisen lasse. Die Rückenmarksnerven sind hier entscheidend, da bei den Hirnnerven die Verhältnisse verwickelter werden. Bei keinem andern Thiere, ausser den Plagiostomen, gelang es mir oder anderen Forschern nicht diese anatomische Thatsache mit Sicherheit nachzuweisen. Ich habe noch in letzter Zeit von Fischen den Karpfen, die Forelle, den Hecht, dann den Frosch, Katze und Hund und den Menschen untersucht. Ueberall zerstört man bei der Zerfaserung die Verbindung der Fibrillen mit den Ganglienkörpern dergestalt, dass man gewöhnlich apolare Ganglienkörper, weit seltner einstrahlige, noch seltner zweistrahlige Ganglienkugeln vor sich hat. Unmittelbar an den Ansatzstellen der Fibrillen zerreissen diese am leichtesten. Unipolare hat man deshalb noch häufiger vor sich, weil die an dem äussersten Umfang des Ganglions liegenden Ganglienkörper, da wo ihre peripherische Faser entspringt, noch am leichtesten sich in ihrer Integrität erhalten, dagegen weiter nach innen nothwendig bei der Manipulation der Zerfaserung am stärksten verletzt werden. Achtbare Forscher, wie Kölliker, glauben nun, bei den Fischen sei zwar obiges Verhältniss anzunehmen, nicht aber bei höheren Thieren. Nun gibt es aber viele Fische, namentlich unsere meisten Flussfische, wo so vieles connectives Gewebe da ist, dass man bei diesen kaum mehr als beim Menschen und den Säugethieren an den Spinalganglien reüssirt. Johannes Müller, der in Bezug auf die Plagiostomen vollkommen mit mir einverstanden ist, dass alle Primitivfasern eines Ganglions durch die Ganglienkugeln hindurch gehen, sagt ausdrücklich in einer brieflichen Mittheilung: „es fehlt nicht bei der Zerfaserung der Knötchen unter einer starken Loupe an Kugeln mit nur einem oder gar keinem Faden; aber bei diesen Präparationen überzeugt man sich, dass dieselben unvollständig und verletzt sind. Bei anderen Thieren, als den Knorpelfischen würde es mir unmöglich sein, eine zu einer solchen Ueberzeugung hinreichende Zahl von gelungenen mikroskopischen Präparaten zu machen.“ Die völlige Uebereinstimmung von Joh. Müller, Stannius und mir in Bezug auf die Thatsachen lässt

dann nur zwei Möglichkeiten übrig. Entweder diese merkwürdige Bildung kommt nur den Plagiostomen zu und findet sich nicht bei allen anderen Thieren, oder sie ist allgemein nach den Gesetzen der Analogie, nur ist in vielen Fällen die Nachweisung zu schwierig. Denkt man nun daran, dass das Bell'sche Gesetz experimentell wie früher für die Frösche durch Joh. Müller, für die Säugethiere durch Longet, für die Fische gegen Marshall Hall durch mich und Stannius festgestellt ist — (die Dubois-schen Ausnahmsbedingungen kommen hier nicht in Betracht) —, so kann ich die Kölliker'schen Einwürfe nicht gelten lassen. Dieser treffliche Naturforscher macht sonst einen so ausgedehnten und oft sehr glücklichen Gebrauch vom Gesetze der Analogie, dass es Verwunderung erregt, ihn hier als einen Gegner zu finden. Ich will die Möglichkeit zugeben, obwohl es mir nicht wahrscheinlich ist, dass beim Menschen und den höheren Wirbelthieren in das System der bipolaren Ganglienkörper noch ein System von apolaren und unipolaren eingeschoben sei, dies würde aber den fundamentalen Unterschied der sensitiven und motorischen Fasern in anatomischer Hinsicht nicht alteriren.

Wir wenden uns wieder zu den Untersuchungen des Verfassers. Als sicher gilt bei den Fischen, dass schon vor der Vereinigung der beiden Wurzeln Zweige aus einer oder beiden Wurzeln hervortreten können. Sonst besitzt jeder vollständige Spinalnerve einen dorsalen und einen ventralen Ast. Grosse Eigenthümlichkeiten bieten die Wurzeln der beiden ersten Spinalnerven dar, deren Detail wir überall sorgfältig vom Verfasser beschrieben finden.

Einer der wichtigsten Theile ist der vortreffliche Abschnitt, welcher die Vergleichung der Hirnnerven mit den Spinalnerven enthält. Von einer solchen Vergleichung werden natürlich mit Recht die drei höheren Sinnesnerven ausgeschlossen, so wie die drei Augenmuskelnerven. Es bleiben also nur *trigeminus*, *facialis*, *glossopharyngeus* und *vagus* übrig, da der *hypoglossus* allgemein fehlt und als dessen Aequivalent nur ein vorderer Ast des ersten Spinalnerven betrachtet werden kann. Uebrigens ist dieser Abschnitt, sowie der letzte des ganzen Buchs „von den Beziehungen der Nerven zur Wirbelsäule“ keines allgemeinen Auszugs fähig,

dagegen von sehr hohem Interesse für die vergleichende Anatomie und Morphonomie. Es kommen hier besonders feine Betrachtungen über das Verhältniss der Nerven zum Skelett und dessen Genesis vor, und es dehnen sich diese Betrachtungen auch auf die peripherische Verbreitung aus, z. B. auf die Beziehung der ventralen Aeste zu den Visceralbogen.

Haben die oben genannten Abschnitte ein rein morphologisches Interesse, sind sie wichtig für die typischen Verhältnisse der Wirbelthiere, so ist der 6te Abschnitt vom *N. sympathicus* wiederum besonders wichtig für die Physiologie. Auch hier gibt der Verfasser zuerst eine reiche Detailbeschreibung bei den einzelnen Gruppen der Fische und fügt dann daran interessante allgemeine Bemerkungen.

Zuerst ist es wichtig, dass der Verfasser bei den Cyklostomen (*Petromyzon*), denen nach allen bekannten Annahmen bisher der Mangel eines eigenen Sympathicus zuerkannt wird, zwar auch einen Grenzstrang vermisste; aber er fand doch feine, von der Wirbelsäule aus zwischen die Platten des Mesometriums zu den Eierstöcken tretende Fäden, deren Primitivröhren bisweilen als Pole von Ganglienkörperchen erkannt wurden. An diesen Stellen fand der Verfasser auch jene granulirten Körperchen (die von mir jetzt sogenannte Nuclearformation), die in den Ganglien der Plagiostomen so reichlich vorhanden sind. Es ist also hieraus klar, dass ein Theil derjenigen Eigenthümlichkeiten, die wir als charakteristisch für das sympathische Nervensystem zu betrachten pflegen, auch den Cyklostomen zukommt.

Von grossem Interesse sind des Verfassers Mittheilungen über die histologischen Elemente des *N. sympathicus* bei den Fischen überhaupt. Betrachten wir zunächst, was derselbe über die dünnen Fasern sagt, die man in Folge der schönen Entdeckungen von Volkmann und Bidder längere Zeit mit dem Namen der sympathischen Fasern belegte, eine Anschauungsweise, welche ich auch längere Zeit theilte. — Stannius sagt: „Leider mangelt uns jedoch noch immer ein bestimmtes scharfes Kriterium für das sympathische Nervensystem. Der Besitz schmaler Primitivröhren charakterisirt dasselbe durchaus nicht absolut. Denn abgesehen davon, dass im Sympathicus auch breite

Röhren vorkommen, sind schmale Röhren der Cerebrospinalnerven sehr gewöhnlich und oft in sehr reichem Maasse beigesellt; sie treten sogar in solche Theile, welche wir vorzugsweise als Tastorgane betrachten. Die Bartfäden von *Silurus*, *Cyprinus*, *Cobitis*, die fingerförmigen Organe der Triglen u. s. w. erhalten vorwaltend feine Primitivröhren, während gerade absondernde Gebilde des Hautsystems, wie die Schleimfollikel der Plagiostomen und der Seitenkanal der Knochenfische, nebst seinen Ausbreitungen am Kopfe, breite Primitivröhren empfangen. Desgleichen treten in das contractile Gaumenorgan der Cyprinen grossentheils schmale Primitivröhren, welche direkt aus der *Medulla oblongata* und zwar aus einer eigenthümlichen Anschwellung derselben, dem *Lobus vagus* entspringen, und in der Bahn des *N. vagus* das Cerebralsystem verlassen. Gerade die Anatomie der Fische nöthigt uns ganz bestimmt, zumal für alle sensiblen Nerven ein System ursprünglich breiter und ursprünglich schmaler Röhren zu unterscheiden; denn jedes dieser Systeme wurzelt bei dieser Thierklasse nachweisbar sehr häufig und wahrscheinlich also immer und überall in eigenen Centralorganen, in besonderen Regionen der *medulla oblongata*."

Der Verfasser glaubt zwei Systeme von sensiblen und anscheinend auch von motorischen Primitivröhren unterscheiden zu müssen. Er bezeichnet sie kurz als schmale und breite. „Schwerlich aber, sagt der Verfasser, drückt dieses das Wesentliche ihres Unterschiedes aus, der gewiss weniger in ihren abweichenden Breitendimensionen, als in der Verschiedenheit ihres centralen Ursprungs- oder Endpunkts zu suchen ist. Denn wäre die Breitendimension das Wesentliche, so würden zunächst dieselben Elemente bei verschiedenen Fischen keine so bedeutenden Schwankungen in Bezug auf ihre Breite darbieten, wie wir sie in der That gewahren. Die schmalen Röhren der Cyprinen, des *Silurus* und anderer Knochenfische zeigen einen ungleich geringeren Durchmesser, als dieselben Röhren bei *Acipenser* und bei den Plagiostomen. Ferner würden dann die motorischen Röhren bei ihrer Theilung keine Abnahme in ihrer Dimension erfahren, wie wir sie doch in der That immer, wenn auch bei der ersten Theilung oft in geringem Maasse, wahrnehmen. Endlich würden die von

einem und demselben Ganglienkörper ausgehenden zwei Pole (resp. Fibrillen Ref.) in ihrem Breitendurchmesser nicht bedeutend differiren, wie dies doch häufig und zwar bei Fischen aller Ordnungen vorkommt. Ich habe dies nämlich bei *Petromyzon* an allen Nerven als Regel, bei den Plagiostomen und bei *Acipenser*, so wie bei manchen Knochenfischen, z. B. bei *Belone*, *Pleuronectes*, *Esox* u. a. wenigstens oft gefunden. Ich komme somit, speciell auf Thatsachen aus der Anatomie der Fische gestützt, rücksichtlich der breiten und feinen Fasern zu dem nämlichen Resultate wie Kölliker „Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. B. 1. S. 162." „Die beiden Systeme, fährt der Verfasser weiter fort, der ursprünglich breiten und der ursprünglich schmalen Röhren sind in allen Nerven der eigentlichen Cerebrospinalaxe, d. h. sowohl in den Spinalnerven, als in den spinalartigen Hirnnerven, in einander geschoben und in den meisten peripherischen Aesten mit einander vermengt. Bald ist das eine, bald das andere vorwaltend und überwiegend und vom *N. sympathicus* kann man nur aussagen, dass in ihm das System der feinen Fasern vorherrschend ist."

Meine in den letzten Jahren gewonnenen Erfahrungen sind im Allgemeinen den Anschauungen von Stannius und Kölliker günstig; indess ist es zur Zeit kaum noch möglich, etwas Positives über den Werth oder Unwerth der Dimensionsunterschiede der Fasern zu sagen. Die Verhältnisse werden in dieser Beziehung immer verwickelter. Dass in den Wurzeln der Hirn- und Rückenmarksnerven schon Fasern von sehr verschiedenen Dimensionen, breite und schmale vorkommen, davon habe ich mich auch beim Menschen überzeugt. Ja es ist wahrscheinlich, dass in dieser Hinsicht selbst individuelle Abweichungen in den Zahlenverhältnissen schmaler und breiter Fasern vorkommen. Beiderlei Fasern finden sich in rein sensiblen Hirnnerven *(portio major trigemini)* des Menschen, in gemischten *(vagus)*, in den Augenmuskelnerven, vorzüglich dem *oculomotorius*. Aber auch die Fibrillen der Centraltheile haben sehr verschiedene Dimensionen. Dass von den Ganglienkugeln der Spinalnerven bald von beiden Polen bloss breite, bald bloss feine, bald nach dem Centrum allein, bald nach der Peripherie allein von einer und derselben Ganglienkugel verschiedene Fasern abgehen, glaube ich zuerst gezeigt zu haben.

Dasselbe gilt von vielen anderen, auch Abdominalganglien. Dann aber entstehen viele feine Fasern in Folge von Theilung ursprünglich breiter. Manchmal werden dann aber einzelne Aeste wieder fast so dick, wie die ursprünglich ungetheilten Fasern. Kurz es ist eine verwirrende Mannichfaltigkeit in der Genesis der feinen Fasern. Mir war bisher immer Volkmann's und Bidder's Behauptung von besonderem Gewichte in der Lehre von den sympathischen Fasern, ja es war vielleicht der einzige Anhaltspunkt für die ganze Lehre, die nämlich beim Frosch gefundene Anordnung: „dass in vielen von ihnen untersuchten Fällen das Verhältniss der feinen Fasern zu den dicken in den austretenden Nerven ein anderes ist, als in den eintretenden. Oft wiederholte sorgfältige Zählungen der beiden Faserarten ergaben, dass in manchen Fällen enorm viel mehr feine Fasern auf der austretenden als auf der eintretenden Seite des Nerven liegen, und es zeigte sich die Unstatthaftigkeit der Annahme, dass dieses Plus von feinen Fasern auf einer Verdünnung der in das Ganglion getretenen dicken beruhe.“ Diese Thatsache würde jedoch bedeutend an Werth verlieren, wenn man nachweisen könnte, dass schon innerhalb des Ganglions Theilungen, mithin Vermehrung und Verfeinerung der austretenden Fasern auf anderem Wege nachgewiesen werden könnten. Ich habe mich mit der Lösung dieser Frage beschäftigt und Untersuchungen beim Menschen, bei den Säugethieren und beim Frosch angestellt. Durch die Zerfaserung bin ich aber zu keinem Resultate gekommen. Man zerstört immer zu viel, und wenn Theilungen vorhanden sind, so werden die Fasern immer am leichtesten an den Theilungsstellen zerreissen, weil hier die Fasern am dünnsten und zartesten sind, oft, vielleicht immer, bis auf den Axencylinder sich einschnüren. *) Ich versuchte daher den Verlauf der Fasern innerhalb des Ganglions zu verfolgen, was nur, und immer unvollkommen durch Compression und bei sehr frischen und nicht zu grossen Spinalganglien möglich ist, daher allein beim Frosch und bei kleinen Säugethieren und Vögeln ge-

*) Spät. Zus. Neuerlich habe ich beim Menschen und Säugethieren tripolare Ganglienkörper in den Spinalganglien gefunden, von denen zwei Fasern wohl peripherisch entsprangen.

lingt. Ich glaube nun beim Frosch wirkliche Theilungen zu sehen. Doch ist die Beobachtung stets sehr schwierig und zweifelhaft. Es kommen aber Anschauungen vor, ganz wie in der Nickhaut des Frosches, wo Theilungen unzweifelhaft sich finden, jedoch ebenfalls nur durch leichte Compression beobachtet werden können und durch Zerfaserung zerstört werden. Ein Bedenken gegen diese mir sonst sehr wahrscheinliche Wahrnehmung darf ich aber nicht verhehlen. In den Spinalganglien der Plagiostome kann man die Fasern isoliren, indem sie noch eine weite Strecke an den Ganglienkörpern hängen bleiben. Hier aber finde ich unter meinen Notizen und Zeichnungen nie eine Theilung bemerkt. Vielleicht dürften die von Stannius beobachteten tripolaren Ganglien hieher zu rechnen sein, von welchen weiter unten die Rede sein wird. Es ist sehr wünschenswerth, dass Bidder und Volkmann jetzt die verschiedenen Regionen beim Frosch noch einmal vornehmen. Als sie ihr Werk schrieben, kannte man die Theilungen der Primitivfasern überhaupt noch nicht. Uebrigens sind die allgemeinen, auch von mir bestätigten statistischen Resultate über das Vorkommen von feinen Fasern Bidders und Volkmanns immer noch so wichtig, dass sie bei der Frage nach dem physiologischen Werthe der dicken und dünnen Fasern berücksichtigt werden müssen. Auch kommen die von mir neuerdings in Anregung gebrachten Schichten der Fibrillen und die Axencylinder in Betracht. Wie die Sache jetzt steht, kann man zwar von einer isolirenden äusseren Schicht in dem Sinne des Vergleichs mit überzogenen und übersponnenen elektrischen Leitungsdrähten noch nicht anders als bildlich sprechen. Die unmittelbare Uebertragung der Ohm'schen und anderer Gesetze der Elektricitätslehre auf die Nervenphysik hat Manches für sich, Vieles gegen sich. *) In letzterer Hinsicht schon dies, dass die Primitivfasern nicht bloss passive Leiter der Innervation sind.

Der Verfass. wendet sich sodann zur wichtigsten von allen Fragen, ob in dem Bereich des Sympathicus Ursprünge von centripetalen und auch zugleich von centrifugalen Fasern vorkommen,

---

*) Spät. Zus. Diese Worte sind vor Dubois' Arbeiten geschrieben und sonach ohne Bedeutung für die Gegenwart.

also eine Vermehrung von Fibrillen, die nicht durch Theilung entstanden sind. Er zeigt, wie der Stand der Sache seit Kölliker's Angaben von einseitigem Ursprung aus Ganglienkörpern sich durch die Entdeckungen von Robin, Bidder und dem Referenten verändert hat. Er bemerkt, wie leicht es geschehen kann, dass man verstümmelte bipolare Ganglienkörper mit doppeltem Faserursprung für apolare oder unipolare halten kann, und sehr mit Recht sagt der Verf., dass der Entscheid hierüber nicht immer so leicht ist, als Kölliker annimmt. Dies gilt nach meinen Erfahrungen auch für die multipolaren Ganglienkörper, selbst für die unter dem *Locus coeruleus* vorkommenden. Bei sehr frischen und jugendlichen Gehirnen reissen die Fortsätze hier oft so ab und lassen so wenig Spuren zurück, dass man apolare Ganglienkörper vor sich zu haben glaubt. Stannius meint, dass es nach dem gegenwärtigen Stande der Sache eben so schwer sei, das Vorhandensein unipolarer und apolarer Ganglienkörper zu läugnen, als man auf der andern Seite dieselben Angesichts ihres so klaren und allgemeinen Vorkommens bei den Cyklostomen und Plagiostomen für sicher constatirt halten könnte.

Der Verf. kommt nun, gegen meine frühere Anschauungsweise auf die Ansichten Bidder's, wornach einzelne Ganglienkörper doppelte Fasern, aber nicht wie in den Cerebrospinalganglien gewöhnlich nach Centrum und Peripherie, sondern blos nach der Peripherie entlassen. Er gibt mir gegen Bidder Recht, dass häufig zwei Fasern von einem Ganglienkörper nur scheinbar peripherisch zu verlaufen scheinen. Er hat eben so, wie ich, öfters gesehen, dass von den beiden Polen Fasern ziemlich dicht nebeneinander von der Ganglienzelle abgehen, dann bald eine oder die andere concentrisch um dieselbe eine Strecke verlaufen, später aber doch eine nach dem Centrum, die andere nach der Peripherie abgeht. Um so mehr wurde aber Stannius überrascht, in einem unzweifelhaften sympathischen Ganglion, dem *Ganglion ciliare* bei *Trigla*, ein anderes Verhältniss wahrzunehmen. Er sagt: „man sieht hier, dass zwei feine Röhren einen Bogen bilden, dessen Spitze durch einen sie verbindenden Ganglienkörper bezeichnet wird. Letzterer wird, gleich einer ziemlich weiten Strecke der beiden Nervenpole, von einer Bindegewebehülle umschlossen, aus

deren zugespitztem Ende jene beiden Röhren hervortreten, die in dem austretenden Nerven selbst die gleiche und zwar anscheinend eine peripherische Richtung behaupten.“ Der Verf. glaubt, dass mein Einwurf gegen eine solche Bildung — die Seltenheit des Vorkommens und die Schwierigkeit der Beobachtung — nicht vollkommen gerechtfertigt sei. „Auf einem so neuen und so wenig durchforschten Gebiete dürfte aber noch manches Unerwartete zu Tage kommen, und was jetzt als Ausnahme erscheint, könnte leicht später, wenigstens für einzelne Partien des Nervensystems als Regel sich darstellen. Indessen bin ich eben so wenig geneigt, als Wagner und Kölliker, schon jetzt Schlüsse darauf zu bauen; nur der wiederholten Prüfung mag dies Verhältniss empfohlen sein.“ Ich habe dagegen nichts einzuwenden und stimme vollkommen bei. Eigene Erfahrungen habe ich nicht. Ich habe blos bei Säugethieren das *Ganglion ciliare* untersucht, angeregt durch Beck's Behauptung, dass da lauter unipolare Ganglienkörper mit peripherischem Verlaufe vorkämen. Auf den Abbildungen von Beck sieht das freilich alles recht schön und deutlich aus. Meine blöden Augen aber finden dies in der Natur nicht so, und ich bin nicht so glücklich gewesen, mir ein entscheidendes Urtheil bilden zu können. Die meisten Ganglienkörper zeigten bei der Zerfaserung sich apolar, gewiss, weil sie mutilirt waren; einzelne schienen unipolar, andere bipolar. Ich möchte aber darauf nichts Sicheres bauen, da mir zu einer klaren Beobachtung das Object ungeeignet scheint. Sollte aber einem andern Forscher ein Bild so klar erscheinen, wie in Beck's Abbildung, so würde ich das Beobachten aufgeben und mich für einen Stümper erklären.

Eine andere sehr merkwürdige Erfahrung theilt der Verfasser weiter mit. Bei seinen Untersuchungen in Helgoland an Plagiostomen (Haifisch) fand er, dass fast alle Ganglienkörper zwei Nervenpole besitzen und zwei Fasern abgeben. In 4 oder 5 Fällen aber glaubt er wirklich tripolare Ganglienkörper mit Abgabe von 3 Fasern gesehen zu haben. Doch sagt er: „Möge auch dies Verhältniss, ehe es als wirklich vorkommend angenommen und zu Schlussfolgerungen benutzt wird, der Prüfung geübter Fachgenossen empfohlen sein, denn Täuschungen sind auf diesem Gebiete leicht möglich.“ Ich habe schon in meinen neurologischen Unter-

suchungen die Frage aufgeworfen, ob man die eben beschriebene Faserbildung an dem einen Pol nicht bereits als Theilung einer Fibrille betrachten könne. In diesem Falle wäre dann die oben erwähnte Theilung innerhalb eines Ganglions constatirt. Dem aber sei wie ihm wolle, physiologisch würde diese Bildung wohl immer als Theilung zu betrachten sein. Es ist nämlich gewiss wahrscheinlich, obwohl es der Verfass. nicht angibt, dass der einfache Pol nach dem Centrum, der doppelte nach der Peripherie gerichtet war. Dann aber wird der getheilte Innervationsstrom in dem Ganglienkörper und in dem centralen einfachen Faserende vereinigt werden, und der doppelte Faserursprung ist und bleibt das Aequivalent einer dichotomischen Theilung. Uebrigens will ich bemerken, dass ich neuerdings im menschlichen Gehirn auch sehr schön und deutlich tripolare Ganglienkörper gefunden habe, spindelförmig, an einem Ende als Axencylinder in eine echte Fibrille übergehend, am andern Ende aus dem anfänglich einfachen Pol eine gabelförmige Theilung. Diese Bildungen im Centrum sind aber in ihrem physiologischen Werthe gewiss sehr verschieden von den peripherischen. Die im Hirn beobachtete tripolare Ganglienzelle ist eine multipolare.*)

Zuletzt bestätigt der Verf. meine Vermuthung, dass eine Fibrille durch mehr als zwei Ganglienkörper treten könne, durch die wirkliche Beobachtung. Er sagt: „Ich sah bei *Spinax acanthias* in der Ganglienmasse an der Basis vom Stamme des *N. maxillaris superior* einen Ganglienkörper, aus welchem zwei mittelbreite Primitivröhren hervorgingen. Die eine Röhre erschien lang und einfach; die zweite setzte sich sehr bald wieder in einen Ganglienkörper fort, und aus dem ihrer Eintrittsstelle gegenüber liegenden Punkte ging abermals eine Primitivröhre hervor. Den Weg, den jene Primitivröhre von ihrer Austrittsstelle aus dem Ganglienkörper bis zu ihrem Eintritte in den zweiten zurücklegte, war äusserst kurz; er war um die Hälfte kürzer, als der Längendurchmesser eines Ganglienkörpers. Diese Beobachtung war so rein und ungetrübt, wie nur immer möglich; ich stehe daher, auf dies

*) Spät. Zus. In der That sind diese anscheinend tripolaren Ganglien nur mutilirte multipolare.

eine Factum gestützt, nicht an, die Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit jenes in Frage gestellten Verhältnisses auch für weitere Distanzen zuzugeben.“

Hier will ich denn einen etwas kühnen und ketzerischen Gedanken aussprechen. Ist nicht vielleicht der fein granulirte Inhalt einer Ganglienzelle für den kugelförmig erweiterten Axencylinder zu halten, welcher die Continuität der Axencylinder der beiden daraus entspringenden Primitivfasern herstellt? Mit dieser Ansicht wird sich dann wohl auch der treffliche Bidder wieder versöhnen, wenn er meine ketzerischen Axencylindergedanken in den neurologischen Untersuchungen liest. Denn damit würde sich auch seine Ansicht vertragen (die ich freilich noch nicht theile), dass der fein granulirte Inhalt einer Ganglienzelle mit einer dünnen Schicht von Nervenmark umgeben ist.

Da der Verfasser nur von dem peripherischen Nervensystem handelt, so will ich auch meiner neueren Untersuchungen über die Centraltheile nicht weiter gedenken, so sehr ich sonst Neigung hätte, in diesem wunderbaren und so dunklen Gebiete, in welches ich einige glückliche kühne Griffe gethan zu haben glaube, weitere Hypothesen auszuspinnen. Ich habe nämlich auch an andern Stellen des Gehirns, als in den neurologischen Untersuchungen angegeben wurde, multipolare Zellen, freilich weniger entwickelt gefunden, so in den *Corpora mammillaria* und im *tuber cinereum*, wo sie ähnlich, wie in den Ammonshörnern sind. Eine verwandte Formation kommt auch in der grauen Substanz der Randwülste des grossen Gehirns vor, nebst andern Bildungen. Diese peripherische graue Substanz ist mir indess im grossen Gehirn (weniger im kleinen Gehirn) bis jetzt am unzugänglichsten geblieben. Ich bin geneigt anzunehmen, dass durch die multipolaren Ganglienkörper der Centraltheile 1. die Reflexe, 2. die motorischen Irradiationen (Mitbewegungen u. s. w.), 3. die sensitiven Irradiationen, letztere aber gewiss nur zum kleinen Theil vermittelt werden. Die sensiblen Irradiationen, namentlich die mit den drei höheren Sinnesnerven zusammenhängenden, werden gewiss zum grössten Theile nur durch Wechselwirkung zwischen Fibrillen und Elementen der grauen Substanz in der Contiguität vermittelt. In einem Gebiete, wo freilich nichts abgeschlossen ist, wird man vielleicht

morgen eine schlechte Hypothese mit einer besseren vertauschen. Aber jede Hypothese ist hier gut, welche zu neuen Forschungen anregt.

Der Verfasser dieser Schrift hat, wie Referent weiss, auch sehr schöne Untersuchungen über die Centraltheile der Fische gemacht, und ich habe meine armen Beobachtungen hier schliesslich noch als Supplement zu meinen neurologischen Untersuchungen angeführt, um den Verfasser zu reizen, seine desfallsigen Beobachtungen bald bekannt zu machen. Er gibt auch an, dass er in dieser Schrift nur einen Theil seiner Untersuchungen über die Histologie des Nervensystems der Fische veröffentlicht habe. In der That finden wir auch seitdem weitere Beiträge in einem kurzen Aufsatze im 1. Hefte des Jahrgangs 1850 des Tübinger Archivs für physiologische Heilkunde. Bd. IX, S. 74. Der Verfasser beobachtete die in letzter Zeit vor Savi, Müller und Brücke und dem Referenten ganz übersehenen Theilungen von Primitivfasern in Stämmen, Aesten und Zweigen vieler Muskelnerven und in Aesten des Sympathicus, vermisste sie dagegen in den Sinnesnerven (wo sie übrigens bekanntlich auch im Hörnerven vorkommen und von Czermak d. J. beschrieben und schön abgebildet sind) und in dem nicht motorischen Seitennerven. In der Regel kommen die Theilungen in den breiten Fasern vor; sie sind fast immer dichotomisch, selten dreifach; nur einmal, im Stamme des Unterkiefernerven sah er 5 Theilungen. Vor der Theilung beobachtet man eine Einschnürung, die der Verfasser niemals (auch Referent nie) vermisste.

Noch sind die dem Werke beigegebenen 5 Tafeln zu erwähnen. Die Darstellungen sind nicht luxuriös, aber sehr sauber und genau auf Stein gravirt und geben sehr bestimmte Anschauungen. Es ist eine sehr werthvolle Zugabe. Der Preis des Werkes ist so mässig, dass wir hoffen, es komme auch deshalb in recht viele Hände, in mehr, als es sonst bei Monographien der Fall zu sein pflegt.

Doch hier müssen wir schliessen, wenn aus dieser Recension nicht ein Buch werden soll. Ohnedem hat dieselbe schon mehr Raum weggenommen, als sonst in unseren Anzeigen gestattet ist. Indess hoffe ich darin Entschuldigung zu finden, dass ich nur sehr selten in diesen Blättern einen Platz für Kritiken beanspruche.

Neurologische Untersuchungen von Professor Hermann Stannius in Rostock.

(Der Königlichen Societät vorgelegt am 25. April 1850.)

Mein geehrter Freund, Herr Professor Rudolph Wagner, hat der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften neuerlich in gedrängter Form die wesentlichen Resultate seiner neurologischen Forschungen mitgetheilt und zugleich manche seiner Ansichten und Vermuthungen über den Bau der Nerven und die Innervation entwickelt. (Vgl. Nr. 4 dieser Blätter vom 25. Februar d. J.); bald darauf wurden von demselben in einer ausführlichen Recension meiner Schrift über das peripherische Nervensystem der Fische (vgl. Nr. 56 bis 59 der gelehrt. Anz.) weitere Ergebnisse seiner Untersuchungen und geistreiche Hypothesen veröffentlicht. Die Wagner'schen Mittheilungen sind, indem sie des unser positives Wissen Bereichernden, wie auch des Anregenden sehr viel Schätzbares enthalten, von grosser Bedeutung; es erheischt daher das Interesse der Wissenschaft, dass auch von anderen Seiten Stimmen sich vernehmen lassen über diejenigen der Wagner'schen Thesen, welche sehr schwierige oder bisher sehr problematische Fragen erörtern. Von dieser Ueberzeugung ausgehend, stehe ich nicht an, dem Wunsche meines Freundes entsprechend, einige Ergebnisse meiner eigenen Untersuchungen in möglichster Kürze hier vorläufig mitzutheilen.

Dieselben betreffen zuerst das Nervensystem eines Fisches: des *Petromyzon fluviatilis*, dessen histologische Verhältnisse bisher wenig untersucht sind, obgleich die fragmentarischen Mittheilungen,

welche J. Müller in seiner vergleichenden Neurologie der Myxinoiden darüber gemacht hat, längst zu einer weiteren Durchforschung hätten anregen sollen. Meine Beobachtungen wurden bereits im Mai vorigen Jahres angestellt, aber erst jetzt, unter Bezugnahme auf die Wagner'schen Mittheilungen, revidirt und redigirt. Kann für ihre Unbefangenheit die Selbstständigkeit ihrer Entstehung sprechen, so mag hier bemerkt sein, dass ausser einigen Verwechselungen zwischen Nervenfasern und Nervenmark und einigen unwesentlichen Zusätzen, nach sorgfältigster Prüfung, Alles den im vorigen Jahre entworfenen Notizen und Zeichnungen entnommen ist.

1. Untersucht man einen Nerven des lebenden Thieres, z. B. einen Ast des *N. trigeminus* mikroskopisch, so erkennt man als Bestandtheile desselben durchaus glashelle, scharf contourirte und, allem Anscheine nach, platte Fasern von verschiedener und oft beträchtlicher Breite, nämlich von $^1/_{300}$—$^1/_{65}$ Linie. Niemals zeigt eine solche Faser auch nur eine Spur der Varikosität. Aus der queren Durchschnittsfläche einer solchen Faser quillt gar kein *Contentum* heraus, das bei höheren Wirbelthieren so reichlich erscheint. Nur bei Anwendung stärkeren Druckes tritt aus der queren Durchschnittsfläche eine Markmasse hervor, die aber nicht, wie sonst gewöhnlich ist, flüssig oder ölig sich zeigt, vielmehr als ein Klümpchen graulicher feinkörniger Masse erscheint. Die Masse, aus welcher ein solches Klümpchen besteht, bietet Aehnlichkeit dar mit der den Kern umgebenden Substanz eines Ganglienkörpers. — Eine solche Nervenfaser zeigt frisch, unter Zusatz von Wasser untersucht, anfangs gar keine Spur von doppelter Contour; denn eine ganz zarte, äussere, locker angeheftete, strukturlose Hülle, die man bisweilen wahrnimmt, gehört der scharf begrenzten Nervenfaser nicht wesentlich an, wird auch meistens vermisst. Nach einiger Zeit tritt eine Scheidung ein zwischen einem Inhalte der Nervenfaser und einer diesen Inhalt begrenzenden Umhüllungsmembran. Der Inhalt der Nervenfaser, der, weil er aus der queren Durchschnittsfläche nicht hervortritt, niemals tropfbar flüssig sein kann, zieht sich allseitig von der scharf contourirten Umhüllungsmembran zurück und zwischen beiden entsteht ein heller durchsichtiger Zwischenraum, der aber niemals

von einer aus Fett bestehenden Schicht des Nervenmarkes ausgefüllt wird. Durch diese gerinnungsartige Verdichtung des Nervenmarkes und seine Entfernung von der Innenwand der Umhüllungsmembran erhält die Nervenfaser doppelte Contouren. Das verdichtete Nervenmark bildet ein in der Hülle liegendes ziemlich festes Band, das, so lange es von der Hülle umgeben ist, etwas weniger durchsichtig erscheint, als der freie, zwischen beiden Contouren befindliche Zwischenraum. Auch nach längerem Verweilen der Nervenfasern unter Wasser werden sie niemals varikös. Aber allmälig kräuselt sich die Umhüllungsmembran; sie zieht sich von den Durchschnittsenden oft zurück, reisst auch leicht seitwärts ein und krämpt sich um. Unter allen diesen Bedingungen liegt das Markband frei zu Tage. Es ist solide, scharf contourirt, sehr blass, ungefähr wie matt geschliffenes Glas. Dies Markband liegt in manchen Präparaten, vorzüglich aus nicht frisch getödteten Thieren, so häufig frei und hüllenlos da, dass man es, zumal wenn es sehr breit ist, leicht mit der ganzen Nervenfaser verwechseln kann, wie mir dies im vorigen Jahre öfter begegnet ist.

Der wesentlichste Unterschied zwischen den Nervenfasern des *Petromyzon* und denjenigen der höheren Wirbelthiere besteht also darin, dass jene keinen öligen und überhaupt keinen flüssigen Inhalt haben, dass ihre Markmasse vielmehr bei Behandlung des Nerven mit Wasser als ein ganz homologes festes Band erscheint.

Wenn bei den höheren Wirbelthieren der Marktheil der Primitivfibrille bei Behandlung mit Wasser in drei Schichten sich zu sondern pflegt, so bleibt es, meiner Ansicht nach, sehr fraglich, ob, wie Wagner annimmt, diese Schichten ursprünglich organisch angelegt sind; viel wahrscheinlicher ist es mir, dass diese Schichten, ähnlich wie andere aus dem Blute, erst nach dem Tode durch Scheidung ursprünglich sich durchdringender Substanzen sich bilden. Als unzweifelhaft glaube ich aber annehmen zu dürfen, dass das Nervenmark des *Petromyzon* dem Axencylinder der Nerven höherer Thiere entspricht.

2. Während bei den höheren Wirbelthieren die Hülle des Nervenmarkes in die Centraltheile sich fortsetzt, ist es mir bei *Petromyzon* niemals gelungen, in den letzteren eine Spur von

Hüllenmembran zu erkennen oder diese in dieselben zu verfolgen. Das starre Nervenmark oder der Axencylinder empfängt erst nach seinem Austritte aus den Centralorganen eine Hülle. Bei der sehr schwierigen Untersuchung der Nervenwurzeln erkennt man nur Axencylinder ohne Hülle.

3. Die Wurzeln der Nerven sind unverhältnissmässig fein und dünne in Vergleich zu den Nerven; eine Ursache dieses Missverhältnisses habe ich so eben berührt; eine zweite liegt darin, dass die in einen bipolaren Ganglienkörper eintretende Nervenfaser oft ausserordentlich fein ist, während die austretende Faser sehr viel breiter zu sein pflegt, ein Umstand, auf den ich schon im Allgemeinen S. 145 meiner grösseren Schrift aufmerksam gemacht habe. Die austretende Faser ist bisweilen 6—7 mal breiter, als die eintretende. Es findet eine Verbreitung der Markmasse und Erweiterung der Hülle Statt. Es ist sehr wichtig, die ausnehmende Feinheit der eintretenden Faser zu kennen, weil sie vorzugsweise leicht abreisst, ohne dass man bisweilen auch nur eine Spur von Verletzung sieht. — Ferner findet man ausserhalb der Centralorgane, in den Wurzeln oder in deren Nähe bisweilen, obschon selten, freie, hüllenlose Axencylinder, welche sich theilen. — Dass hiermit die Ursachen des Missverhältnisses zwischen der Stärke der Wurzeln und der Nerven erschöpft sind, glaube ich nicht.

4. Das Mark oder der Axencylinder der peripherischen Nerven ist, dem ganzen Verhalten nach, durchaus identisch mit den Fortsätzen der Ganglienkörper in den Centraltheilen und mit den hüllenlosen Fasern, die in diesen und namentlich im Rückenmarke angetroffen werden. In den Centraltheilen finden sich Axencylinder von höchster, fast jeder Messung trotzender Feinheit und, durch alle Mittelstufen hindurch, solche die von colossaler Breite sind. Die breitesten kommen im Rückenmarke vor und erscheinen bandförmig. Diese bandförmigen Gebilde kannte schon J. Müller. Die Axencylinder der Centraltheile, besonders die schmaleren, zeichnen sich durch die Schärfe ihrer Umrisse aus. Im Rückenmarke gelingt es, sie in ungeheurer Länge zu isoliren. Niemals findet man in den Centralorganen variköse Röhren. An den von den Ganglienkörpern sehr weit entfernt liegenden, langen

Axencylindern der Centralorgane nimmt man sehr selten deutliche Theilungen wahr.

5. Der Axencylinder der peripherischen Nerven ist durchaus identisch mit der den Kern eines bipolaren Ganglienkörpers umhüllenden feinkörnigen Ganglienmasse; er ist ein unmittelbarer Fortsatz derselben. Man erkennt häufig dieselbe feinkörnige Textur im Axencylinder der peripherischen Nerven, wie sie der Ganglienmasse zukommt; namentlich ist dies in unmittelbarer Nähe der letzteren der Fall. Um sich davon zu überzeugen, dass der Axencylinder der peripherischen Nerven eine Fortsetzung der Ganglienmasse und mit ihr ganz identisch ist, thut man am besten, die zu untersuchenden Nerven 12 bis 24 Stunden lang in Wasser liegen zu lassen. Auf diese Weise wird die Ganglienmasse gleich dem Axencylinder, von der beide umgebenden Hülle durch einen weiten Abstand getrennt, und man hat Gelegenheit, sowohl die Continuität beider, als auch die Homogeneität ihrer Textur zu untersuchen. Der einzige Unterschied beider besteht darin, dass der Ganglienkörper oft, aber nicht immer, eine schwach gelbliche Färbung hat, während der Axencylinder farblos erscheint. Namentlich ist der peripherische breite Pol häufig als *Continuum* der Ganglienmasse zu erkennen.

So ist durch die wiederholte Untersuchung von *Petromyzon* Wagner's „ketzerischer Gedanke“ (s. S. 585 der gel. Anz.)*) von einer geistreichen Hypothese zur vollsten und klarsten Gewissheit erhoben.

6. Die Elemente, welche neben den Axencylindern vorkommen, sind: *a.* feinkörnige Masse, entweder sparsam, wie im Rückenmarke oder reichlich, wie im Gehirn; *b.* kleine kernähnliche Zellen; *c.* anscheinend und vielleicht grössere apolare Ganglienkörper, deren Existenz aber noch nähere Untersuchung erheischt; *d.* multipolare Ganglienkörper; *e.* bipolare Ganglienkörper.

7. Die multipolaren Ganglienkörper wurden sowohl in der *Medulla oblongata* und in der Nähe des *Cerebellum*, als auch im ganzen Rückenmarke angetroffen. Müller hat sie abgebildet und als gezackte und gestielte kernhaltige Körper beschrieben, hat sie

*) S. S. 121 der voranstehenden Rezension.

jedoch nur unvollkommen gekannt. Sie sind dieselben, welche Wagner aus dem elektrischen Organe von *Torpedo* kennen gelehrt hat. Sie entsprechen den von Purkinje, von Remak, von Hannover und Todd-Bowman beschriebenen und abgebildeten Theilen. Man findet sie in grosser Zahl, eingebettet in körnige graue Substanz. Man unterscheidet an ihnen den eigentlichen Ganglienkörper und eine verschiedene Anzahl von diesem ausstrahlender Fortsätze oder Pole. Der Körper ist von verschiedener Grösse, häufig, in Vergleich zu anderen Elementartheilen des Nervensystemes colossal. Doch ist die Grösse nicht absolut charakteristisch; denn es kommen neben den ganz grossen, auch 10 bis 20 mal kleinere Körper derselben Art vor. Die Gesammtform des Körpers zeigt sich verschieden; bald unregelmässig rundlich, bald unregelmässig oval; bald hat er Aehnlichkeit mit der Profilansicht einer Qualle. Er ist in hohem Grade elastisch, verändert seine Form unter Anwendung gelinden Drucks auf das Deckgläschen und nimmt seine frühere Gestalt bei Nachlass des Druckes wieder an. Er ist nicht kugelrund, sondern plattrund und scheibenförmig, und manche seiner Formveränderungen rühren daher, dass ein Segment seiner Fläche von dem anderen gedeckt wird, wobei denn seine Pole nach einer Richtung hin ausstrahlen. Namentlich scheinen diese Körper hierdurch die häufig wahrgenommene Aehnlichkeit mit der Profilansicht einer Qualle zu gewinnen.

Niemals erkennt man eine den Körper umgebende Hülle, obschon die Contour ziemlich scharf ist und sich unter Einwirkung von Wasser lange Zeit nicht leicht verändert. Jeder Körper enthält einen verhältnissmässig grossen Kern und dieser wieder ein beträchtliches Kernkörperchen. Der ganz runde, oft körnige, immer von einer Hülle umgebene Kern, welcher sich bisweilen durch zufällige äussere Umstände: Druck, Zerreissung der Masse des Körpers u. s. w. isolirt, nimmt etwa ein Viertheil bis ein Sechstheil des ganzen Körpers ein. Er liegt nicht strenge im Mittelpunkte desselben. Das durchsichtige Kernkörperchen nimmt etwa ein Fünftheil vom Umfange des Kernes ein.

Der Ganglienkörper selbst besteht aus einer durchaus feinkörnigen Substanz; es scheint eine zähe elastische, durchsichtige Masse mit kleinen dunkleren Körnchen durchmischt zu sein.

Diese feinkörnige Substanz läuft in eine verschiedene Anzahl von Fortsätzen aus, welche aus derselben körnigen Masse bestehen. Indem die Substanz des Ganglienkörpers in diese Fortsätze ausläuft, beginnen dieselben mit einer breiteren Basis, um allmälig sich zu verjüngen. Diese Fortsätze gehen bald vom ganzen Umfange des Ganglienkörpers aus, bald scheinen sie nur von einer Seite oder einem Rande abzutreten. Oft gelingt es, diese Fortsätze in einer sehr bedeutenden Länge zu verfolgen. Sie ramificiren sich immer und zwar in der Art, dass Einer in zwei oder in drei Aeste sich spaltet. Es wurden mehrfach wiederholte Verästelungen beobachtet. Die Aeste verlieren vom Centrum zur Peripherie hin beträchtlich am Durchmesser. In sehr weiter Entfernung vom Centrum erkennt man oft ihre feinkörnige Textur nicht mehr.

Bisweilen hatte es den Anschein, als ob die Fortsätze zweier verschiedener Ganglienkörper mit einander anastamosirten; doch wurde keine völlig sichere Ueberzeugung davon gewonnen.

8. Als verschieden von den eben beschriebenen multipolaren Ganglienkörpern betrachte ich die bipolaren. Bei Untersuchung der abgeschabten oder gequetschten Substanz der *Medulla oblongata* sieht man ausser den multipolaren Ganglienkörpern sehr viele, von welchen nur ein einziger Pol auszugehen scheint. Man findet Stäbe oder Cylinder, so breit wie mittelbreite Nervenprimitivröhren, welche von einer etwa ein Dritttheil breiteren länglichen Anschwellung ausgehen. Diese hat also mit ihrem Fortsatze das Ansehen einer Keule. In der Anschwellung findet man jedesmal einen Kern, welcher ein helles Kernkörperchen enthält. So glaubt man zuerst unipolare Ganglienkörper vor sich zu haben. In dieser Ansicht wird man schwankend, wenn bei genauerer Betrachtung sich herausstellt, dass auf dem dem Pole entgegengesetzten Ende des Körpers Spuren einer Verletzung sich zeigen, oder wenn man, wie dies häufig geschieht, isolirte bipolare Körper findet. — Bei Durchmusterung der Substanz der *Medulla oblongata* gelangt man leicht und oft an Stellen, wo diese keulenförmigen Körper in grösster Menge vorkommen. Sie liegen der Länge nach reihenweise oder palissadenförmig neben einander, und über und unter solcher Schicht von palissadenartig an einan-

der gerichteter Keulen liegt eine zweite und dritte. Oft glaubt man anfangs lauter unipolare Ganglienkörper zu sehen; aber eine genauere Betrachtung zuerst der Ränder solcher Hirnmassen, später ihrer ganzen Fläche lehrt wieder, dass jeder Ganglienkörper wirklich zwei Pole besitzt. Der eine Pol pflegt gerade und gestreckt zu sein, während der andere in Gestalt eines Hakens oder Henkels gekrümmt erscheint und nach einer anderen Richtung geht. Solche Beobachtungen, fort und fort angestellt, führen zu der Ansicht, dass alle anscheinend unipolare Ganglienkörper dieser Art ursprünglich bipolar waren, eine Ansicht, in welcher man bestärkt wird durch eigene Wahrnehmungen über die leichte Zerreissbarkeit eines Poles und durch Vergleichung solcher augenscheinlich verstümmelten Körper mit den anscheinend unipolaren.

Diese Ganglienkörper sind, wie gesagt immer länglich, spindelförmig, nach zwei Enden sich verjüngend, in ihrer Form viel mehr mit einander übereinstimmend, als die vorigen; die Mehrzahl von gleicher Grösse; einige viel kleiner als die übrigen. Sie besitzen keine erkennbare äussere Hülle, bestehen aus einer feinkörnigen elastischen Substanz, wie die multipolaren, werden durch Einwirkung von Wasser nicht aufgelöset und haben einen nicht ganz centrischen Kern, der meist fein punktirt ist und immer ein helles Kernkörperchen enthält.

Von jedem der beiden einander gegenüberliegenden sich verjüngenden Enden des Körpers geht ein Pol aus. Dieser Pol besteht in einem Stabe oder einem Cylinder von ziemlich beträchtlicher, sich gleichbleibender Breite. Theilungen desselben sind mir nur sehr selten vorgekommen. Er ist anfangs feinkörnig, erscheint aber in weiterer Entfernung glashell. Seine äussere Contour wird in grösserer Entfernung vom Ganglienkörper schärfer, als sie anfangs war.

9. Uebergänge der Fortsätze der *sub* 7 und 8 geschilderten Ganglienkörper in wirkliche von einer Scheide eingeschlossene Nervenröhren, wie sie Wagner und Leuckart gesehen haben, wird man bei *Petromyzon* wegen der oben erörterten Verhältnisse schwerlich nachweisen können.

Neue Versuche über das Verhältniss der Innervation zur Muskelirritabilität, mit besonderer Rücksicht auf Herzbewegung. *)

(Der Königl. Societät übergeben am 7. Oktober 1850.)

Albrecht von Haller, der Gründer und langjährige erste Präsident unserer Societät der Wissenschaften, hatte sich schon seit 1748 mit einer Reihe von Experimenten über Nerven und Muskeln beschäftigt. Er stellte die Resultate in zwei akademischen Reden zusammen, welche am 23. April und 6. Mai 1752 gehalten wurden, — von denen er sagt *sermones, qui multas lites excitarunt multumque autori suo conciverunt odii* **).

Die von Haller auf seine Experimente gegründete Annahme von 2 organischen Grundkräften, der Irritabilität und Sensibilität, ist der Ausgangspunkt einer Bewegung in der Physiologie und gesammten Medizin gewesen, die in der Geschichte unserer Wissenschaft, selbst den Einfluss von Harvey's wichtiger Entdeckung nicht abgerechnet, kaum ihres Gleichen hat. Die ganze Entwickelung der physiologischen und nosologischen Systeme zu Ende des vorigen und zu Anfang dieses Jahrhunderts,

---

*) Vergl. hierüber die 9te Fortsetzung der neurologischen Untersuchungen.

**) Bibliothek anat. Tom. II. p. 206. Schon ein Jahr vorher ist Haller's Grundgedanke „Irritabilitas propria fibrae animalis proprietas" in seines Schülers und Hausgenossen F. G. Zimmermann, d. Verfassers der Werke über die Einsamkeit und über die Erfahrung, Inauguralabhandlung: de irritabilitate. Götting. 1751. 4to ausgesprochen. Haller's beide Reden, die theils in unsern Societätsschriften, theils in den Mémoires de Lausanne zuerst gedruckt wurden, finden sich erweitert und verbessert in seinen Opera minora wieder abgedruckt, zugleich mit den Widerlegungen seiner Gegner.

die durch Eberhard modifizirte Hoffmann'sche Solidarpathologie, die Nervenpathologie, der Brownianismus und die Erregungstheorie, die vitalistischen Anschauungen Bichats und die naturphilosophischen Theorieen in der Medizin wurzeln mehr oder weniger in dem Dogma Haller's und in dessen falschen Auslegungen. In der That ist die Haller'sche Irritabilitätslehre in der Geschichte der Physiologie und Pathologie viel weniger wichtig geworden durch ihren eigentlichen Inhalt, als durch den Einfluss auf gewisse Grundanschauungen und Behandlungsmethoden der organischen Naturlehre. Sie führte zur Ausbildung der Lehre von der Lebenskraft und somit zurück auf die älteren hypothetischen Annahmen von eigenthümlichen organischen Grundkräften, welche von Paracelsus bis auf van Helmont die Medizin beherrscht hatten. Diese waren bereits durch die iatrochemischen und iatromechanischen Schulen auf die Seite gedrängt worden, und man hatte angefangen, alle Prozesse im Körper aus physikalischen und chemischen Kräften zu erklären, wodurch bei allen Verirrungen im Einzelnen ein Weg betreten war, der zur Erkenntniss der Vorgänge des organischen Geschehens unendlich fruchtbarer gewesen ist als der frühere und auf den man daher in den letzten zwanzig Jahren auch wieder zurückkam.

Es gibt vielleicht keinen Ausdruck in der Physiologie, der ausserdem auch in der Pathologie und namentlich im Munde der Aerzte eine so grosse und vieldeutige Rolle spielt, als den der Irritabilität, wobei man allmälig von dem Haller'schen Grundbegriff ganz abkam. Eine historische Untersuchung über Entstehung und Ausbildung dieses Begriffes ist ein wirkliches Desiderat, und ich habe mich derselben auch unterzogen, kann aber hier nicht weiter darauf eingehen *).

In den letzten Decennien unseres Jahrhunderts hatte die Physiologie, ermüdet von den theoretischen Verirrungen in der Irritabilitätslehre, sich diesem Felde fast ganz abgewendet und

*) In der Abhandlung selbst, wovon dieser Bericht ein Auszug ist und welche in einem späteren Bande der Abhandlungen der K. Societät d. Wissensch. erscheinen wird, werde ich eine geschichtliche Darstellung der Irritabilitätslehre geben.

sie hatte es kaum zu bereuen, da auf anderen Gebieten ein besserer Gewinn vor Augen stand. Erst in der allerjüngsten Zeit hat man die Frage wieder aufgenommen und experimentell zu beantworten gesucht. Man kann diese Frage immer zuerst so stellen: Können die Muskelfasern unmittelbar, ohne das Medium der Nerven, von Agentien getroffen und in Kontraktion versetzt werden? Hier bleibt die weitere Frage, was man Alles als Muskelfaser zu betrachten habe, und ob es auch andere irritable und kontraktile Fasern gebe, noch unerörtert. Können die Muskelfasern ohne Vermittelung der Nerven in Kontraktion versetzt werden, so ist die Grundansicht von Haller richtig; auf die weiteren Consequenzen, welche derselbe daraus zog, auf seine näheren Erklärungen aus der chemischen Constitution, den physikalischen Eigenschaften der Muskelfasern, ihre Elasticität u. s. w. kommt es dann zunächst nicht weiter an, so wichtig auch diese Bedingungen für die Muskelaktion an sich d. h. die die Kontraktilität begleitenden Erscheinungen sind.

Gerade über diese Grundfrage sind die ausgezeichnetsten Physiologen der Gegenwart sehr verschiedener Ansicht. Experimentatoren und Autoritäten ersten Ranges, wie Joh. Müller, Marshall Hall, die Gebrüder E. H. und E. Weber, Valentin u. a. m., verwerfen die Haller'sche Irritabilitätslehre und glauben, dass die Fähigkeit der Muskeln, auf Reize sich zu contrahiren, von den ihre Substanz durchdringenden Nerven herrühre, ja sie nehmen zum Theil selbst an, dass die Centraltheile des Nervensystems die unmittelbare Quelle der Muskelirritabilität seien, eine Ansicht, welche gewiss nicht haltbar ist.

Auf der andern Seite stehen diejenigen Physiologen, welche annehmen, dass die Muskeln auch ohne Vermittelung der Nervensubstanz der Zusammenziehung fähig seien. Experimentell suchten die Haller'sche Ansicht Bowman *), freilich nur mehr gelegentlich, dann vorzüglich Stannius **) und E. Harless ***)

---

*) Philosophical transactions. 1840. P. II. p. 491.

**) Froriep's Notizen. 1841. Nr. 418. Müllers' Archiv 1847. S. 443. und 1849. S. 588.

***) Müller's Archiv 1847. S. 228. Abhandlungen d. Akademie d. W. zu München. Bd. V. Abth. II. S. 183. 1848.

zu stützen. Ersterer verfolgte den schon früher von Fontana *) versuchten Weg und glaubte, gleich Reid **) und Longet ***), zu einer Entscheidung dadurch zu gelangen, dass er die Muskel-Nervenstämme von ihren Centraltheilen trennte. Diese Methode, welche man am besten aus historischen Gründen und der Kürze wegen die Fontana'sche nennen kann, wurde auch schon von J. Müller und Sticker †) in Anwendung gebracht und von den verschiedenen Experimentatoren bei Säugethieren und Fröschen ausgeführt. Man schloss aus dem allmälig von den Stämmen gegen die Aeste eintretenden Absterben der Nerventhätigkeit und die dann noch übrigbleibende Kontraktionsfähigkeit der Muskeln, auf die Unabhängigkeit der letztern von den ersteren. E. Harless wollte mittelst der Lähmung der Nerventhätigkeit durch Aether bei übrigbleibender Muskelreizbarkeit den Beweis zu Gunsten der Haller'schen Irritabilität liefern.

Gegen beide Beweisführungen hat man Einwände erhoben. Gegen den Fontana'schen Versuch haben Valentin, Bischoff, Weber, Harless u. a. mit Recht bemerkt, dass hier die feineren zwischen den Muskelfasern verlaufenden Nervenästchen doch ihre Integrität bewahrt haben können, wenn auch die Stämme und Zweige letztere verloren haben, da sie in Wechselwirkung mit dem Blute bleiben und ernährt werden können. Stannius selbst erkannte die Richtigkeit dieser Einwürfe an, und ich glaube ebenfalls, dass der Fontana'sche Versuch niemals volle Beweisskraft haben kann, so interessant auch die Ergebnisse von Stannius' Experimenten sind und so sehr sie mehr zu Gunsten als gegen die Haller'sche Ansicht sprechen.

Emil Harless sinnreiche Experimente über die Contraction der Iris längere Zeit nach dem Tode durch Lichteinfluss, so wie dessen Aetherisationsversuche bringen sehr wichtige Argumente zu Gunsten der Haller'schen Lehre, und ich lege in Folge eigener Versuche einen sehr grossen Werth darauf. Gleichwohl kann

---

*) Ricerche filosofiche sopra la fisica animale. p. 90.
**) Edinburgh monthly Journal of medical science. May 1841.
***) Archives générales de médecine. 1842. p. 81.
†) Müller's Archiv 1834. S. 202.

ich mir einige Einwände nicht verhehlen. Theils erhält man, wie schon Stannius bemerkt hat, variable Resultate, theils wirkt der Aether auf die verschiedenen Elemente der Nervensubstanz verschieden ein, auf das verlängerte Mark z. B. schon viel langsamer als auf die Nervensubstanz der Sinne und des Rückenmarks, noch viel langsamer aber auf die Gangliensubstanz und die Fibrillen des sympatischen Nervensystems. Ich werde hierauf in der grösseren Abhandlung ausführlicher eingehen.

Wie mir scheint, liegt die einzige Möglichkeit, die Frage durch ein direktes Experiment zu entscheiden, welches alle Einwürfe beseitigen würde, darin, nervenfreie Stückchen von Muskelsubstanz darzustellen und auf solche Reizmittel einwirken zu lassen, von denen wir wissen, dass sie sonst Contractionen der Muskeln bewirken. Dies haben auch viele Experimentatoren erkannt, es wurde jedoch wie z. B. von Marshall Hall für unmöglich gehalten, die feinsten Nervenästchen von den feinsten Muskelfasern zu trennen*). Alexander von Humboldt versuchte schon diesen Weg; aber bei mangelnder Anwendung des Mikroskops konnten seine Versuche keine Beweiskraft haben. Valentin hat sich des Mikroskops bedient; er fand immer nur dann Contraction, wenn Reste von Nervenfasern zurückgeblieben waren. Fehlten die Zusammenziehungen oder wurde nur das Fragment einer einzelnen Muskelfibrille angewendet, so wurde niemals eine Contraction beobachtet. Valentin gesteht zu, dass dies negative Resultat nicht völlig beweisend sei. Gleichwohl leitet er daraus einen Gegenbeweis gegen die Haller'sche Irritabilitätslehre ab, indem er annimmt, eine Muskelfaser könne nicht für sich, sondern nur durch das Medium der Nerven zur Contraction gereizt werden **).

Obwohl Valentin und Bowman das Mikroskop benutzten, so gestehe ich doch, dass es mir unmöglich scheint, mit den bisherigen Hülfsmitteln schlagende Experimente anzustellen, wenn man jetzt auch die feinsten Nervenverbreitungen in den Muskeln besser kennt, als zur Zeit, da Valentin seine Abhandlung schrieb, wo die Theilungen der Nervenprimitivfasern in den Muskeln noch

*) Artikel Irritability in Todds Cyclopaedia. Vol. III. p. 29.

**) De functionibus nervorum. p. 122. 124.

unbekannt waren und man die Nervenprimitivfasern ungetheilt verlaufen und schlingenförmig in einander übergehen liess.

Meine Bemühungen bei der Wiederholung dieser Versuche waren zuerst auf die anatomischen Verhältnisse gerichtet. Vor Allem musste man die Enden der Nerven in der Muskelsubstanz so weit als möglich verfolgen. Meine dahin einschlagenden Untersuchungen habe ich in den letzten Jahren zum Theil der Societät der Wissenschaften vorgelegt. Ich glaube zuerst die unvollkommen erkannten Endigungen der motorischen Nerven im elektrischen Organe und in der Muskelsubstanz näher erforscht zu haben. Im elektrischen Organe von Torpedo sind die freien Enden der ramificirten Primitivfasern ganz deutlich, minder deutlich, aber höchst ähnlich sind sie in der Muskelsubstanz, wenigstens in den quergestreiften Muskeln. Ich möchte mich jetzt dahin aussprechen, dass sie, wie die Tracheen der Insecten, in sehr feinen zugespitzten Reiserchen endigen. Während eine Reihe neuerer Forscher sich für meine Angaben aussprechen, werden dieselben von andern, wie Hyrtl*) und Lebert**) bezweifelt.

Ich glaube nun allerdings, dass es möglich ist, bei Wirbelthieren wirklich nervenfreie Muskelsubstanz darzustellen. Immer aber ist es ausserordentlich schwierig, solche nervenfreie Stückchen zu isoliren und, wenn es gelingt, an denselben ein schlagendes Experiment anzustellen. Wählt man aus den passendsten Muskeln von Fröschen und Salamandern die durchsichtigsten und nervenfreisten Stellen, so findet man Strecken von einem und mehreren □Millimetern, in denen wirklich keine Nervenenden mehr vorkommen. Ja man ist im Stande einzelne Primitivbündel in noch viel grösseren Strecken nervenfrei nachzuweisen. Ein Primitivbündel ist aber als das letzte selbstständig thätige

*) Lehrbuch d. Anat. d. Menschen. 2te Aufl. 1850. S. 129. Hyrtl sucht, vielleicht gerade in Folge einer nicht ganz richtigen Ausdrucksweise von meiner Seite, zu erweisen, dass man das gesuchte Endverhalten der Nerven noch nicht kenne. Ob und wie weit Hyrtl eigene Untersuchungen gemacht hat, geht aus dieser Stelle nicht hervor.

**) Gazette médicale 1849. p. 643. Es ist auffallend, dass dieser geübte und mit vorzüglichen Instrumenten arbeitende Forscher sogar die Theilungen der Nervenprimitivfasern läugnet, welche doch schon Brücke und Müller erkannt hatten.

physiologische Element eines Muskels zu betrachten, das in seiner gesammten Ausdehnung von einem Nervenzweig in Bewegung gesetzt werden kann, wobei die weitere Zusammensetzung eines Primitivbündels aus anderen Elementen für die Molecularkräfte ausser Ansatz bleiben kann. Jeder Primitivbündel hängt nur von einem Nervenprimitivfaser-Aste ab, und eine Nervenprimitivfaser beherrscht so viele einzelne Muskelprimitivbündel als sie Zweige hat.*) Dieses einfache Verhältniss der Nervenprimitivfasern zu den Muskelprimitivbündeln gilt übrigens nur für die animalen Muskeln mit Querstreifen, nicht für die organischen Muskeln, auch nicht für das Herz.

Zur Herstellung solcher nervenfreien Präparate sind aber die stärksten und besten Vergrösserungen nöthig, und man bedarf eines vorzüglichen Instruments. Man muss die Muskeln unter einem Deckglas comprimiren und man verliert bei dieser störenden Manipulation immer so viel Zeit, dass die entsprechenden Muskelpräparate immer ihre Erregbarkeit auch gegen die kräftigsten Inductionsapparate verlieren. Man sieht dann gewöhnlich weder an den nervenfreien noch an den nervenreichen Muskelstückchen mehr eine Contraction. Verfährt man aber auf die umgekehrte Weise, zerschneidet man einen Muskel auf Geradewohl in kleine Stückchen von einem oder mehreren □ Millimetern, so kommt man auch nicht zum Ziele, weil die nachher nothwendige Untersuchung unter dem Mikroskop nicht mehr mit Sicherheit nachzuweisen im Stande ist, welche Muskelstückchen vollkommen nervenfrei sind und welche nicht. Allerdings bieten in dieser Hinsicht die Muskeln der Insekten, besonders an den Extremitäten, die Kiefermuskeln der Käfer u. s. w. bessere Präparate in so ferne, als hier die Muskelprimitivbündel leichter zu isoliren sind. Aber hier hat man wieder grössere Schwierigkeiten wegen der viel unklarern Nervenstructur bei wirbellosen Thieren. Noch weniger geeignet sind die

*) Spät. Zusatz. Der sichere Beweis für diese Behauptung lässt sich schwer führen und ich halte es nach neueren Untersuchungen für möglich, wenn auch nicht für wahrscheinlich, dass ein Muskelprimitivbündel mehr als ein Nervenfaserende erhält.

organischen Muskeln der Wirbelthiere. Sie sind meist sehr schwer isolirbar und in ihre physiologischen Elemente (Faserzellen) zu zerlegen, und das Verhältniss der Nervenprimitivfasern zu denselben ist noch ganz unaufgeklärt.

Es ist übrigens möglich, dass man ein Thier auffindet oder ein Organ, wo sich die Schwierigkeiten so weit mindern, dass der Versuch auszuführen ist. Bis dahin aber möchte ich alle Angaben bezweifeln, welche auf diesem direkten Wege die Lehre von der Muskelirritabilität ohne Vermittelung der Nerven beweisen oder widerlegen wollen.

Die neueren Untersuchungen über die Ursache des Typus und Rhythmus des Herzens haben mich auf ein anderes Feld geführt. Bekanntlich stehen sich hier verschiedene Ansichten entgegen. Die ältere Meinung von Haller, welche noch mehrere Anhänger zählt, erklärte die Herzbewegung einfach als Reizbewegung durch das Blut. Andere, wie Le Gallois, dann in neueren Zeiten vorzüglich Budge und Schiff, leiten die geordnete Herzbewegung allein ab vom verlängerten Marke und dem *vagus*. Noch Andere gestatten dem *vagus* zwar einen Einfluss, nehmen aber im Herzen selbst ein Centralorgan an, von welchem die Bewegung abhängen solle, und betrachten als solches die in der Substanz des Herzens von Remak entdeckten Ganglienkörper. Diese Ansicht scheint die Oberhand gewinnen zu wollen. Sie wird von Männern, wie Ed. Weber, Volkmann, Ludwig, Kölliker u. A. vertreten. Ueber die Art, wie die Innervation zu Stande komme, sind jedoch die Ansichten keineswegs einig. Volkmann *) nimmt einen Reflex an, durch den Reiz peripherischer Punkte sensibler Fasern, welche zu den Ganglien treten und von denen motorische Fasern entspringen sollen. Ludwig und Hoffa **) verwerfen, wenn ich sie recht verstehe, diese Ansicht ganz und nehmen eine Induktion von einzelnen Nervenfibrillen (und Ganglienkörpern?) auf andere an.

Es schien mir nothwendig, eine so höchst verwickelte Frage über den eigentlichen Grund der Herzbewegung, die bei den

---

*) Haemodynamik. S. 389.

**) Henle und Pfeufer's Zeitschr. f. rationelle Med. Bd. IX. S. 139.

warmblütigen Wirbelthieren zu den allercomplicirtesten Erscheinungen gehört, wo so viele Momente konkurriren und die Experimente zu den allerdelikatesten gehören, unter ihren relativ einfachsten Bedingungen aufzusuchen. Dies ist aber der Fall bei den Embryonen.

Man weiss, dass in Säugethier- und Vogelembryonen Kreislauf und Herzbewegung mit einem wie im späteren Leben im Wesentlichen gleichen Typus und Rhythmus vorkommt und zwar schon in einer sehr frühen Zeit, wo die Muskelsubstanz noch aus sehr einfachen embryonalen Elementen gebildet ist, wo keine gesonderte Nervensubstanz im Herzen noch nachgewiesen werden kann, wo die Centraltheile des Nervensystems noch ihre Funktionen nicht ausüben, wo also Reflexe und psychische Eindrücke ausgeschlossen bleiben, wo keine Respirationsbewegungen vorkommen, wo Ernährung und Athmung mehr konstante Grössen sind und keine Alterationen der Herzbewegungen veranlassen und wo bei Versuchen die nothwendigen Vorkehrungen getroffen werden können, um die hier am meisten influirenden Temperaturverhältnisse zu regeln, deren Schwankungen hier genau gemessen und in Rechnung gebracht werden können. Ich habe für die ersten Versuchsreihen den Vogelembryo verwendet, aus bekannten Gründen, obwohl gerade bei diesen Versuchen, wegen der rasch absterbenden Irritabilität in der Klasse der Vögel, andere Wirbelthiere in gewisser Beziehung mehr Vortheile gehabt haben würden. Es ist hier nicht der Ort, die Versuche im Einzelnen zu beschreiben und auf die Cautelen näher einzugehen, welches in der grösseren Abhandlung geschehen wird. Nur in Bezug auf die elektrischen Reizungsapparate bemerke ich, dass ich mich ausser der einfachen galvanischen Bogen und magneto-elektrischen Rotationsmaschine vorzüglich noch zweierlei Induktionsapparate mit Vortheil bedient habe. Das eine ist das Neef'sche Instrument, mit dem Hämmerchen und der Beifügung des Dubois'schen Schlittens, wodurch die inducirte Rolle der inducirenden genähert und von ihr entfernt, die Stärke der Wirkung also auf höchst zweckmässige Weise modifizirt werden kann. Das andere ist der von Gauss und Weber construirte Induktionsmultiplikator (abgebildet bei Gehler

Wörterb. Bd. IX. Tab. III. Fig. 15.), welcher zur Erzeugung momentaner Ströme von bedeutender Intensität verwendet werden kann.

Verfolgt man die Erscheinungen während der Bebrütung vom 1ten bis zum 21sten Tage, so stellt sich Folgendes heraus.

1) Die Herzbewegung bildet sich im Wesentlichen am 2ten und 3ten Tage in ihrem vollkommenen Typus und Rhythmus aus, welche sie in der späteren Fötusperiode und im normalen Leben hat. Das Herz besteht um diese Zeit und am 4ten Tage aus embryonalen Zellen, welche noch nicht den Charakter der späteren Fasern haben. Vor dem 4ten Tage lässt sich der Zartheit der Theile wegen noch schwierig experimentiren. Aber bei Embryonen am 4ten Tage zeigt der Körper noch auf keine Weise Bewegungen, welcherlei Reize man auch anwenden mag. Reizung des verlängerten Marks und der Centraltheile des Nervensystems bringt nicht die geringsten Veränderungen in der Herzbewegung hervor. Mechanische und elektrische Reizung des Herzens bewirkt vermehrte Kontraktionen, so lange das Herz noch Blut führt und der Kreislauf nicht zu lange stille gestanden hat. Das ausgeschnittene, in 3 Abtheilungen getheilte Herz steht aber wie durch Blitzschlag still, sobald es ganz blutleer auf der Glasplatte liegt, und kein Reiz ist mehr im Stande, die geringste Kontraktion hervorzurufen, auch erhöhte Temperatur nicht, die sonst in diesem Stadium als der mächtigste Reiz wirkt, stärker als jeder elektrische, so dass man es in seinem Belieben hat, das Herz innerhalb des Ei's oder in der ausgeschnittenen Keimhaut im Uhrglas auf warmem Wasser schwimmend, entweder im normalen Rhythmus von durchschnittlich 160 Schlägen in der Minute zu erhalten, bald auf 200 Schläge zu steigern oder auf 80 Schläge herabsinken zu lassen und wieder zum steigern, was bei passender Vorsicht 30 bis 40 Minuten lang wiederholt werden kann.

2) Hühnerembryonen vom 6ten Tage zeigen in der Abhängigkeit von äusseren Verhältnissen noch Aehnlichkeit mit den vorigen. Doch ist das Herz auch ausserhalb des Körpers unter passenden Verhältnissen länger reizbar, schon weil seine Form die vollständige Blutentleerung verlangsamt oder verhindert. Es bleibt auf der Glasplatte reizbar gegen mechanische und elektrische Reizung. Es lässt sich in seinem Typus alteriren, indem bald die

Herzkammer allein, bald diese zuerst und dann die Vorhöfe, also in umgekehrter Ordnung sich kontrahiren, gerade wie ein in der Kammerdiastole gereiztes Froschherz. Es antwortet auf jeden Schluss der Kette mit einer Kontraktion. Die Extremitäten zeigen in seltenen Fällen schon die ersten Kontraktionen auf Luftzutritt, auf Temperatur-, mechanischen und elektrischen Reiz. Jede Reizung der Centraltheile des Nervensystems bleibt ohne Einfluss auf diese sehr rasch vorübergehenden Zuckungen, welche nicht reflektirt sind. Noch sind die Muskelfasern des Herzens sehr unvollkommen entwickelt, ebenso die Substanz der Centraltheile, die Nervenanlagen, die Körpermuskeln; man entdeckt noch keine Herzganglien.

3) Hühner-Embryonen vom 7ten—10ten Tage verhalten sich im Wesentlichen gleich. Die embryonalen, zu Straten sich ordnenden Muskelfasern zeigen noch nirgends Querstreifen; genuine isolirte Nervenprimitivfasern sind noch nicht vorhanden. Im Gehirn und Rückenmark kommen nur Kerne und kernartige Zellen ohne Fibrillen vor. Von den Centraltheilen aus lassen sich durch keinerlei Reize, nicht durch Decapitation und starke Induktionsströme Zuckungen oder Alterationen des Herzschlags hervorrufen, eben so wenig von den Anlagen der Nervenstämme aus. Werden dagegen die Nadeln der Induktions-Apparate auf der durchsichtigen, nackten Haut herumgeführt, so sieht man Zuckungen nicht bloss an den Extremitäten, sondern überall am Rumpfe zeigt sich das schönste Spiel von kleinen Kontraktionen der Muskelbündelchen. Diese Bewegungen können bei verschlossenem Amnion hervorgerufen werden, wenn man elektrische Ströme durch die Amnionflüssigkeit zum Embryo leitet. Die beim Aufschlagen des Ei's scheinbar spontan entstehenden zuweilen sehr starken, aber rasch vorübergehenden Zuckungen der Flügel, Füsse, Halsmuskeln (so dass der grosse Kopf hin und her geschaukelt wird) ergeben sich ebenfalls als Reizbewegungen. Das Herz lässt sich viel stärkere Angriffe als früher gefallen. Es contrahirt sich, aus den fast erkaltenen Embryonen herausgeschnitten, noch mehrere Male auf der Glasplatte. Es kann durch Nadelreiz von jeder beliebigen Stelle, auch von der Spitze aus, dann in Stücke zerschnitten in Kontraktionen versetzt werden, wird durch starke diskon-

tinuirliche elektrische Ströme in starrkrampfähnliche Kontraktion seiner Vorkammern versetzt und kann dadurch unerregbar gemacht werden; ja es tritt wirklicher Tetanus des ganzen Herzens ein, aus welchem es nicht mehr zu erwecken ist. Ganglienkörper und Nervenfibrillen sind nirgends deutlich.

4) Erst mit dem Ende der zweiten und dem Anfange der dritten Woche erscheint die Reaktion der Centraltheile, stellt sich die Leitungsfähigkeit der sensitiven und motorischen Nervenfasern her. Erst um diese Zeit kann man vom verlängerten Marke aus Zuckungen im ganzen Körper und durch lokale Reize deutliche Reflexbewegungen hervorrufen. Die Reizbarkeit der Nervensubstanz hört aber nach sehr kurzer Zeit auf, und die Versuche mit dem Herzen geben ähnliche Resultate, wie bei erwachsenen Thieren. Die Nervenprimitivfasern bekommen ihre genuinen dunkeln, häufig doppelten Contouren, und in den animalen Muskeln treten, wie es scheint gegen den 12ten Tag, die charakteristischen Querstreifen auf. Man sieht, dass histologische Ausbildung und physiologische Erscheinungen parallel gehen. Doch habe ich um diese Zeit noch keine deutliche Todtenstarre beobachtet.

5) Diese Todtenstarre tritt aber bei Embryonen am Schluss der dritten Woche deutlich auf, wo sich nach 50 Minuten nach der Herausnahme aus dem Ei und bei einer Lufttemperatur von 15° noch topische Zuckungen in den Körpermuskeln herstellen lassen. Die Reflexe sind im Anfang stark und deutlich, eben so die Zuckungen auf Reizungen der Centraltheile, und halten einige Minuten länger an, als bei jüngeren Embryonen.

Aus diesen Versuchen ergibt sich:

1) Dass die Muskeln auch ohne Vermittelung der Nerven, zu einer Zeit, wo diese noch nicht auf Reize reagiren, in Kontraktion versetzt werden können.
2) Dass auch der gewöhnliche Modus der Herzbewegung ohne Vermittelung der Nerven zu Stande kommen kann.

Alle Diejenigen, welche es für unmöglich halten, dass eine geordnete Bewegung ohne Nervencentra zu Stande kommen könne, werden mich wegen der letztern Behauptung, die mir durch die Analyse der embryonalen Herzbewegung gerechtfertigt zu sein scheint, hart anlassen. Aber wie will man denn die Flimmerbe-

wegung (— so vieler andern Bewegungserscheinungen bei wirbellosen Thieren nicht zu gedenken —) von einem Nervencentrum ableiten, wo die Wimperchen der Flimmerzellen einzeln und in Gruppen auch in bestimmter Richtung, überhaupt nach einem regelmässigen Typus und Rhythmus schwingen?

Wozu aber die Verbindung des Herzens beim Menschen und bei höheren Thieren mit dem Gehirn durch den Vagus und mit sympathischen Ganglien und Fasern innerhalb der Herzsubstanz? Es ist klar und zum Theil leicht experimentell nachzuweisen, dass von diesen Nervengebilden eine Einwirkung auf die Herzbewegung stattfindet, welche sehr wesentlich auf den Rhythmus (z. B. momentaner Stillstand des Herzens auf Gemüthsbewegung, auf Reizung des verlängerten Marks oder Vagus durch Induktionsapparate) und selbst auf den Typus der Bewegung bis zur momentanen Umkehr der letztern (z. B. mechanische Reizung der Herzkammern des Frosches- und Hühnerembryos während der Kammerdiastole, wenn diese, wie gleich bemerkt werden wird, nicht etwa anders als durch Gangliensubstanz wirkt) Einfluss haben kann, wodurch eine Menge von pathologischen Erscheinungen mitbedingt sein können. Es ist aber sehr die Frage, ob der ganze Nervenapparat des Herzens nicht blos vorhanden ist, um die Herzbewegungen zu modifiziren (z. B. um gewisse Störungen, wie den Einfluss der Gemüthsbewegungen auszugleichen), den Typus und Rhythmus zu verändern, ohne ihn eigentlich hervorzubringen.

Wie wenig Sicheres wir über den eigentlichen Grund der Herzbewegung wissen, zeigen gerade die Arbeiten derjenigen Schriftsteller, welche sich am meisten mit der Herzbewegung beschäftigt haben und die ich oben erwähnt habe *).

---

*) Mein verehrter Freund Volkmann in Halle scheint mir in seinem trefflichen Werke über Hämodynamik S. 395, die Unüberlegtheit zuzutrauen, als glaubte ich, dass die Erkenntniss der Theorie der Herzthätigkeit unmittelbar aus mikroskopischen Untersuchungen geschöpft werden könne. Ich habe die mikroskopischen Untersuchungen in diesem Gebiete nie für etwas Anderes gehalten, als für ein Moment der Forschung, das aber, wie die anatomische Analyse des Nervensystems überhaupt, einen sehr wichtigen Einfluss auf den Gang der physiologischen Untersuchung haben muss und neben andern Methoden der Untersuchung seine volle Berechtigung hat. Offenbar steht der Verfasser durch obige Stelle im Widerspruch mit seinen eigenen früheren Aeusserungen, wo er den

Vielleicht kommen aber bei der Herzbewegung Erscheinungen in Betracht, die zugleich von einer andern Seite bei der Lehre von der Reizbarkeit der Muskelfasern ohne Vermittelung der Nerven von Wichtigkeit sind. Es gibt hier so manche Bewegungen in andern organischen Muskeln, die noch näher studirt werden müssen. Ich nenne nur die bekannten immer noch sehr räthselhaften Darmbewegungen der Säugethiere bei geöffnetem Unterleib. Nach meinen Untersuchungen scheinen dieselben durch dreierlei Momente zu entstehen. 1) Durch unmittelbare Einwirkung von Reizen auf die Muskelfasern durch den Peritonealüberzug z. B. durch den Hinzutritt der atmosphärischen Luft hervorgebracht. Etwas Aehnliches findet man auch zuweilen bei Entblössungen grösserer animaler Muskelstraten bei Operationen an Menschen und Thieren, wo diese in ein leises Zittern gerathen. 2) Durch Reizung der Nervenfasern und vielleicht der Ganglienhaufen im Gekrösse, wodurch bekanntlich so leicht lokale Darmbewegungen hervorgerufen werden. 3) Durch eine Wirkung von Muskelfasern auf benachbarte Fasern. Man sieht oft eine Fortpflanzung der Bewegung von gereizten Stellen auf nicht gereizte unter Bedingungen, welche eine Mitwirkung der sparsamen Nervenfasern auszuschliessen scheinen. Ich denke hier an eine Art Induktion der Muskelfaser, indem eine solche durch Reize kontrahirt eine benachbarte in Kontraktion versetzt. Es wird diese Behauptung weniger abenteuerlich erscheinen, wenn man an die von Dubois entdeckte paradoxe Zuckung denkt, wo eine Induktion von einer Nervenfaser auf eine benachbarte stattfindet, so dass hierdurch ein bisheriger (in anderer Hinsicht noch immer vollgültiger) Fundamentalsatz der Nervenphysiologie, wornach niemals ein Reiz in einem Muskelzweig in centripetaler Richtung fortgepflanzt werden sollte, wesentlich modifizirt wird *). Ist aber eine Induktion von einer Muskelfaser auf die andere überhaupt mög-

---

Werth anatomischer, durch das Mikroskop zu gewinnender Thatsachen für physiologische Fragen sehr hoch stellt. S. Bidder u. Volkmann die Selbstständigkeit des sympathischen Nervensystems. S. 86.

*) Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. II. S. 545. Spät. Zus. Der Ausdruck Induktion ist für dies Verhältniss, so wie für den vorigen Satz nicht ganz korrect. Er soll hier weiter nichts bedeuten, als: Mittheilung.

lich, so scheint dieselbe vorzüglich beim Herzen in Betracht zu kommen, wo übrigens ausserdem verzweigte Primitivbündel vorkommen.

Von noch grösserer Wichtigkeit, besonders für viele pathologische Vorgänge, scheint mir aber die irritable Natur der Köl-liker'schen Muskelfaserzellen, namentlich in den Gefässen zu sein, und es wird immer wichtiger, die Natur der lokalen Hyperämien, welche in Krankheiten eine so grosse Rolle spielen, in ihrer Abhängigkeit oder Unabhängigkeit von lokalen Nervenreizen zu studiren. Wer hierüber experimentirt hat, wird mit mir die Ansicht theilen, dass die Gefässe weit leichter durch unmittelbare Reize auf die sehr nervenarmen Fasergewebe als von Nervenfasern oder gar von vermeintlichen motorischen Ganglien des *Sympathicus* aus sich kontrahiren lassen. Viele pathologische Erscheinungen beruhen höchst wahrscheinlich auf unmittelbarer Reizung der kontraktilen Gefässfasern ohne Vermittelung der Nerven.

Es ist klar, dass die Lehre von der Reizbarkeit überhaupt auch von der allgemeinen Physiologie in Angriff genommen werden muss. Die Lehre von den Reizen und der Reizbarkeit beruht auf höchst vagen Vorstellungen, und letztere ist eine Funktion sehr verschiedener Faktoren. Von einer Statik und Dynamik der Reizbarkeit der Nerven, der Muskeln, im physikalischen Sinne kann noch nicht die Rede sein. Hiezu würden in Bezug auf irritable Gewebe solche Vorarbeiten dienen, wie sie von Eduard Weber für das Muskelgewebe begonnen worden sind, was die Reize aber betrifft, wie sie jüngst für die Temperaturreize von E. H. Weber für die Empfindungsnerven, von Eckhard für die motorischen Nerven versucht worden sind, während die Arbeiten von Dubois Reymond über thierische Elektricität sowohl in Bezug auf die Aufklärung der Phänomene selbst, als durch die Eröffnung feinerer und exacterer Untersuchungsmethoden von sehr grossem Werthe im ganzen Bereich der obigen Fragen sind. Hierauf hoffe ich demnächst zurückzukommen.

Bericht über die gemeinschaftlich mit Herrn Billroth aus Greifswald und Herrn Meissner aus Hannover im Laufe des Septembers in Triest als Fortsetzung seiner „neurologischen Untersuchungen" am Zitterrochen angestellten Beobachtungen.

(Der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften vorgelegt am 8. October 1851.)

Die mehrfachen Prüfungen, modificirenden Bestätigungen und Entgegnungen meiner zu verschiedenen Zeiten der K. Societät d. Wissenschaften vorgelegten neurologischen Untersuchungen veranlassten mich seit Jahresfrist, nicht nur einen Theil meiner freien Zeit diesen Forschungen wieder zuzuwenden, sondern ich war auch so glücklich, mehrere jüngere Kräfte dafür zu interessiren, welche unter meiner Leitung im physiologischen Institute mit anhaltendem Fleisse sich diesen mühevollen und zeitraubenden Untersuchungen widmeten. Die mir indessen zu Theil gewordene Leitung der anatomischen Anstalt, die übernommenen Vorlesungen über descriptive Neurologie und die Mittheilungen anderer Forscher über denselben Gegenstand, haben mir die lebhafteste Anregung zu einer weiteren Verfolgung jener Forschungen gegeben, welche, wie mir dünkt, nicht blos ein näheres Interesse für die Nervenphysiologie, sondern auch ein entfernteres für die Psychologie in Anspruch nehmen. Im Laufe des letzten Sommers waren es vorzüglich die Herren Meissner aus Hannover und Schmula aus Breslau, welche sich im physiologischen Institute mit diesen Materien beschäftigten. Die allmälig gewonnene Ueberzeugung, dass über gewisse anatomische und physiologische Fundamentalsätze mit den Objecten im Binnenlande, dem menschlichen Körper und den uns gewöhnlich zugänglichen Thieren, doch nicht in's

Reine zu kommen sei, veranlasste mich von Neuem zu dem Wunsche, den elektrischen Rochen wieder zum Haupt-Objecte meiner Untersuchungen wählen zu können. Zwei meiner Zuhörer, Herr Meissner aus Hannover und Herr Billroth aus Greifswald, entschlossen sich, mich nach Triest zu begleiten, wo wir in der *Locanda grande*, dicht neben dem Zimmer, in welchem Winkelmann sein unglückliches Ende fand, unsere Werkstätte aufschlugen. Ein günstiges Geschick fügte es, dass Herr Johannes Müller in Berlin zum Zwecke anderer zoologischer und physiologischer Forschungen sich in demselben Hause angesiedelt hatte, wodurch es mir möglich wurde, mit diesem erfahrenen Freunde zu communiciren. Wir waren mit vorzüglichen Instrumenten versehen. Meine jüngeren Begleiter besassen einige Mikroskope von Schiek und ich selbst führte zwei Oberhäuser mit mir, von denen das eine eben erst eigends für diesen Zweck verfertigt war und alle optischen Hülfsmittel in grösster Vollkommenheit darbot.

Folgendes sind die Hauptresultate unserer gemeinsamen Untersuchungen.

Zuerst wurde das elektrische Organ und die peripherische Nervenverbreitung einer sorgfältigen neuen Prüfung unterworfen. Das Resultat war durchaus übereinstimmend mit meinen früheren Untersuchungen, und ich muss alle neuerdings bekannt gewordenen gegentheiligen Angaben verwerfen. Die Primitivfasern, welche zum elektrischen Organe gehen, sind niemals mit Ganglien und peripherischen Ganglienkörpern versehen, sie gehören zu den eminent breiten Fasern, sie theilen sich büschelförmig in Aeste, diese verzweigen sich weiter dichotomisch und trichotomisch. Diese Aeste sind allemal eingeschnürt an der Theilungsstelle, sie verlieren hier in der Regel ihre doppelten Contouren, werden blasser, sind oft nur sehr zart- oft stärker contourirt, schwellen stets jenseits der Theilungsstelle wieder an und strahlen dann blasser und blasser werdend, vielfach getheilt, auf den Blättchen des elektrischen Organs aus. Ihre letzten Zweige breiten sich hirschgeweihartig mit freien Enden aus, werden aber zuletzt so überaus zart, blass und stimmen in ihrem Aussehen mit der feinkörnigen Substanz, aus welcher die Blättchen des elektrischen Organs bestehen, so überein, dass wir auch mit den stärksten und besten Vergrösserungen

und unter Anwendung der schiefen Beleuchtung uns nicht zu vergewissern im Stande waren, wie die Nerven hier endigen; d. h. man sieht zwar die begrenzende Scheide zuletzt aufhören, aber der Inhalt, das Ende der Nervenfasersubstanz selbst (man kann wohl sagen der Axencylinder) scheint in freier Mündung mit der feinen molecularen Masse, aus welcher er besteht, in die moleculare Masse des Parenchyms des elektrischen Organs überzugehen. Wer jener früheren Annahme, dass die Nervenenden zuletzt mit dem Parenchyme selbst verschmelzen, huldigen wollte, würde in der That keinen Tadel verdienen. Das können wir aber mit Sicherheit behaupten: Endschlingen sind nicht vorhanden, und niemals anastomosiren je zwei Primitivfasern*). Für diese letzteren steht vielmehr der bisherige anatomisch-physiologische Fundamentalsatz fest, dass sie immer vom Centrum aus einen getrennten peripherischen Verlauf haben. Jede Primitivfaser, sie mag so viele Aeste haben, als sie will, beherrscht eine für sich abgeschlossene blos an einem Punkte mit den Centraltheilen zusammenhängende Provinz.

Andere Nerven sind uns bis jetzt, auch beim Zitterrochen, in Bezug auf ihre Endigungen unzugänglich geblieben. Riech-Nerve, Seh-Nerve, Nerven der Haut boten keine brauchbaren Bilder dar. Der Hör-Nerve allein zeigte jene bekannten Ansichten, welche noch am ersten Schlingen annehmen lassen. Für die Muskeln aber stehen wir nicht an, übereinstimmend mit meinen früheren Beobachtungen, zu behaupten, dass in ihnen auch nur freie, zuletzt unmittelbar im Parenchym verschwindende Endäste der Nervenfibrillen vorkommen, niemals schlingenförmige Verbindungen. Die Pacinischen Körperchen haben wir diesen Sommer wiederholt mit den stärksten und besten Vergrösserungen untersucht. Hier sind die freien Endigungen ganz klar und sicher, und wenn man diese Gebilde als sensible Nerven-Apparate betrachten darf, so

*) Herr Dr. Marcusen schreibt mir unter dem 20. August d. J., dass er bei seinen Beobachtungen in Nizza ebenfalls zwischen den letzten Theilungen verschiedener Primitivnervenfasern im elektrischen Organe niemals Anastomosen gefunden habe.

würden auch sie ein Zeugniss zu Gunsten der freien Enden abgeben, während in die Hautpapillen des Menschen allerdings Schlingen eintreten.*)

Endlich ist es einmal Zeit, von dem Gespenste der Endschlingen [d. h. für die elektrischen und motorischen Nerven] das auch bei bedeutenden Autoritäten und in den neuesten histologischen Lehrbüchern wieder auftaucht, sich zu befreien. Die Beobachtung weist sie hier nirgends mit Sicherheit nach, die Nervenphysiologie hat niemals etwas Brauchbares daraus entnehmen können, und die theoretische Ausbildung der thierischen Elektrizitätslehre wird ihr vollends den Todesstoss geben.

Eine andere besonders wichtige Aufgabe für uns war die vollständige Analyse der electrischen Lappen, als der nervösen Central-Apparate für das elektrische Organ.

Wir glauben diese Aufgabe grösstentheils und damit eine der wichtigsten Anforderungen gelöst zu haben, welche die Nervenphysik an die feinere Anatomie seit längerer Zeit macht.

Die Resultate der sorgfältigsten Beobachtung stimmen fast in allen Punkten und im kleinsten Detail mit den hypothetischen Anschauungen überein, welche in dem Artikel „Sympathischer Nerv etc.“ bereits im Jahre 1847 im Handwörterbuch der Physiologie von mir ausgesprochen wurden.

Es steht völlig fest, dass die beiden elektrischen Lappen als Hirntheile beim Zitterrochen blosse Agregate von sehr grossen multipolaren Ganglienkörpern sind, welche von einem sehr reichen weitmaschigen Gefässnetze durchwirkt sind. Diese mehr oder weniger sphärischen Ganglienkörper können nicht eigentlich Zellen genannt werden, denn sie entbehren einer besonderen Zellenmembran. Sie bestehen aus einer sehr feinkörnigen Masse, in welche ein grosser, pellucider, bläschenartiger Kern eingesenkt ist. Nach der Peripherie gehen von diesen Ganglienkörpern Fortsätze ab, welche von doppelter Art sind. Einzelne dieser Fortsätze sind nicht ramificirt und gehen unmittelbar in gemeine doppelt contourirte Nervenfasern über, deren Axencylinder sie bilden. Aller-

*) Spät. Zusatz. Dies waren leere Gefässschlingen. Vergl. den folgenden Aufsatz über die Tastkörperchen.

dings fehlt die doppelt contourirte Rindenschicht sehr häufig, weil sie höchst lose mit den Axencylindern verbunden ist, und die Mehrzahl der Fortsätze entbehrt dieser Rindenschicht stets. Aber wir haben mit aller nur möglichen Bestimmtheit grössere oder kleinere Fragmente dieser Rindenschicht an einzelnen Fortsätzen, bald dicht an ihrem Ursprunge, bald in ihrem weiteren Verlaufe gesehen. In der Regel entspringt von je einem Ganglienkörper eine, seltener scheinen zwei echte Nervenfibrillen zu entspringen. Die übrigen, bald ramificirten, bald nicht ramificirten Fortsätze dienen dazu, einzelne Ganglienzellen unter einander, bald näher, bald entfernter liegende, in Verbindung zu setzen. Auch dies Factum haben wir mit aller möglichen Bestimmtheit eruirt. Es gelang uns, die zartgranulirten Verbindungsfäden zwischen je zwei Ganglienkörpern seilartig anzuspannen und die beiden Ansatzpunkte zugleich zu übersehauen.

Mit diesen für uns zweifellosen Beobachtungen ist für die Anatomie der Centraltheile des Nervensystems, insbesondere des Gehirns, ein neuer und fester Boden gewonnen, und die Anschauungen, welche wir in jüngster Zeit insbesondere am menschlichen Gehirne erhalten haben, sind von so durchgreifender Analogie, dass sich darauf mit sehr grosser Sicherheit die wichtigsten Schlüsse auf die Mechanik der Nervenfunctionen gründen lassen. Mit Klarheit lassen sich die Bahnen übersehauen, welche bei den Vorgängen des Reflexes und der Irradiation betheiligt sind.

Die beiden elektrischen Lappen sind nichts anderes, als Anhäufungen von multipolaren Ganglienzellen, zu denen Primitivfasern hinzutreten und von denen andere entspringen. Centrifugalleitende Fasern gehen von ihnen ausschliesslich zum elektrischen Organ. Sie setzen die elektrischen Nervenfibrillen in Thätigkeit. Ganz analog den elektrischen Lappen sind jene Nervenkerne — des *vagus*, des *accessorius*, des *hypoglossus*, des *trigeminus*, — insulare Anhäufungen multipolarer Ganglienzellen im grauen Keil, in der *substantia ferruginea* am *locus coeruleus* etc., welche Fasern entsenden, aufnehmen und unter sich durch feine Fasern brückenartig verbunden werden. Es ist ein grosses und bleibendes Verdienst Stilling's, bei seinen mühsamen und bisher von den Zeitgenossen nicht mit hinreichendem Danke belohnten Untersuchun-

gen, auf jene Kerne zuerst aufmerksam gemacht zu haben. Diese Kerne sind den elektrischen Lappen, ihre multipolaren Zellen den Zellen dieser Lappen völlig analog. Die Mehrzahl dieser Anhäufungen sind die Central-Organe für gewisse Muskelgruppen, andere, wenn sie angeregt werden und in moleculare Oscillation gerathen, bewirken die Hör-Erscheinungen, noch andere erregen in uns die Empfindung des Leuchtenden, und es hat nichts Abenteuerliches, wenn wir von elektrischen, von motorischen, von Hör- und von Lichtzellen sprechen.

Auch noch andere Punkte der feineren Nervenanatomie und der Nervenphysik haben durch unsere Untersuchungen Bestätigung oder Widerlegung erfahren. In letzterer Hinsicht müssen wir Manches verwerfen, was früher in den „neurologischen Untersuchungen“ geltend gemacht wurde.

So muss die Ansicht, als wenn die doppelt contourirte Rindenschicht eine isolirende, den Seide- oder Gutta-percha-Ueberzügen vergleichbare Schicht bildete, aufgegeben werden. Die Untersuchungen bei Petromyzon, wo diese Schicht fehlt, sind allein schon hinreichend, diese Hypothese unhaltbar zu machen. Wir haben die schönen Beobachtungen von Stannius völlig bestätigen können.

Eben so verwerfen wir jetzt die im Satz 4 der genannten Mittheilungen ausgesprochene Ansicht, dass jede Primitivfaser aus 3 getrennten Schichten bestehe. Jede Primitivfaser ist vielmehr im Wesentlichen nur ein Axencylinder, der nach Umständen mit einer einfachen Rinde umgeben ist, deren optischer Ausdruck die doppelten Contouren sind. Der dagegen gemachte Einwurf von Kölliker ist völlig gerechtfertigt. Jedoch muss ich eine Reihe von andern Einwürfen, welche Kölliker gegen einzelne meiner Beobachtungen und Schlussfolgerungen erhoben hat, eben so entschieden verwerfen.

Von ganz besonderem Interesse ist uns der Zitterrochen auch in Bezug auf die Nervenvertheilung in den Muskeln und in Rücksicht auf die Frage der primären Unabhängigkeit der letzteren vom Nervensystem gewesen.

Die Muskeln des Zitterrochens sind zum Theil viel weniger nervenreich und lassen sich zweckmässiger zu manchen Versuchen

verwenden, als z. B. die Muskeln des Frosches, während wieder andere, wie die Augenmuskeln, diesen an Nervenreichthum nichts nachzugeben scheinen. Sie sind im frischen Zustande ausserordentlich transparent und leicht in die einzelnen Primitivbündel zerlegbar. Besonders geeignet zu den nachfolgenden Beobachtungen und Experimenten haben wir einen langen und dünnen Muskel gefunden, welcher wenig nervenreich ist und an der inneren Seite des elektrischen Organs liegt, vom hinteren oberen Theil des Oberkiefers zum Schädelflossenknorpel verläuft und von einem feinen Aestchen eines Zweiges des *trigeminus* innervirt wird. Dieser Muskel ist bei mittelgrossen Fischen, wie man sie häufig auf dem Markt erhält, gegen 40 Millimeter, bei grösseren gegen 50 Mm. lang. Es lassen sich von diesem Muskel Partieen von Primitivbündeln bis auf 10 Mm. Länge vollkommen nervenfrei nachweisen und sehr leicht auf einer Glasplatte ausbreiten. Dieser Muskel behält noch 4—5 Stunden, nachdem der Fisch vollkommen asphyktisch erscheint, seine Fähigkeit bei, sich auf Reize zu contrahiren. Die Fische, welche man des Morgens früh auf dem Fischmarkt kauft, sind gewöhnlich während der Nacht gefangen und anscheinend ganz todt und bewegungslos. In der Regel aber schlägt das Herz in langsamen Pausen noch 4—5 Stunden fort. Bringt man die Fische in Wasser von 30° Wärme, so wird der Herzschlag viel häufiger, und es treten auch Bewegungen in den Flossen, im Schwanze ein. Zuweilen gelingt es sie wieder zu beleben und auch Schläge vom elektrischen Organe zu erhalten, wie ich schon früher in Pisa sah, wo ich mir die Zitterrochen von der mehrere Meilen entfernten Küste bringen liess. In Triest contrahirten sich die Muskeln, insbesondere jener erwähnte Muskel, noch kräftig auf Berührung mit Nadeln, Kneipen mit der Pincette etc. Den bezeichneten Muskel kann man leicht an seinen beiden Ansatzpunkten ausschneiden, mit einer ziemlich starken Glasplatte beschweren und mittelst eines einfachen Plattenpaars an verschiedenen Stellen ganz oder in Fragmenten reizen, auch die Erscheinungen unter dem Mikroskop betrachten. Das einzige oben erwähnte dünne Nervenstämmchen, welches zum Muskel geht, tritt am inneren Rande des hinteren Drittheils ein, enthält nur 16 bis 20 Nervenprimitivfasern, während der Muskel aus mehr als 1000

Primitivbündeln zusammengesetzt wird*). Die Nervenfibrillen theilen sich, verlaufen in ihren Aesten sehr einzeln und treten, genau überschaubar, zu einzelnen Muskelprimitivbündeln. Es ist zweifelhaft, ob nur überhaupt alle Muskelprimitivbündel Zweige erhalten, da die Theilungen nicht sehr reich sind. Reizt man nun einzelne Gruppen von Muskelbündeln mit einer Nadel, oder einer zugespitzten Zink- und Kupferplatte, so entsteht in einer grösseren oder geringeren Breite, oft in der ganzen Länge, oft nur in einzelnen Abschnitten der Länge der Muskelbündel eine Zuckung. Der Bündel, der ganze Muskel verkürzt sich und bleibt auch nach Oeffnung der Kette etwas verkürzt. Man schliesst von Neuem und kann so den Muskel, selbst bei geringer Reizbarkeit, um $^1/_{10}$, $^1/_8$, $^1/_6$ und $^1/_5$ seiner Länge verkürzen; er erscheint dann in der Mitte wie mit Querrunzeln versehen. Wir glaubten bei unsern Versuchen zu der Ueberzeugung zu gelangen, dass die Muskelsubstanz direkt auf galvanischen und mechanischen Reiz, ohne Vermittelung der Nerven, sich kontrahirt und dass selbst die Kontraktion einzelner gereizter Bündel häufig eine Kontraktion benachbarter verursacht, ohne dass diese mitgereizt werden. Der Muskel behält lange seine Reaktionsfähigkeit, nachdem weder von den Centraltheilen, noch vom frischen, unverletzten Nerven aus irgend noch eine Erregung möglich ist.

Obwohl wir zu den eben angeführten Schlüssen uns aus unsern Beobachtungen und Versuchen berechtigt glauben, so halten wir doch solche immer nicht für zahlreich und exact genug, um sie mit völliger Bestimmtheit auszusprechen.

Eine ausführliche Entwickelung unserer Erfahrungen über die hier erwähnten Gegenstände, behalte ich mir für eine Abhandlung in den Schriften der Societät vor. Die in Triest neugefertigten Abbildungen, welche von Herrn Billroth und Herrn Meissner sorgfältig nach der Natur ausgeführt wurden, werden

---

*) Bei einem Fische von 190 Mm. Länge war der Muskel 26 Mm. lang, $2^1/_2$ Mm. breit und erhielt 16 Primitivfasern, während der Musculus obliquus superior 4 Mm. lang, $1^1/_2$ Mm. breit war und 30 Nervenprimitivfasern erhielt.

zum Theil in der neuen Ausgabe der *Icones physiologicae* publizirt werden. *)

Auch über den sympathischen Nerven, über die Innervation des Herzens und die Herzbewegungen, haben wir am Zitterrochen Beobachtungen und Versuche gemacht. Diese Forschungen, die von einer Kritik der Lehre von den Ganglien überhaupt kaum trennbar sind, sollen den Gegenstand einer besondern Mittheilung bilden, die als eine weitere Fortsetzung dieser neurologischen Untersuchungen zu betrachten ist. Nur so viel möchte ich noch erwähnen, dass das Herz wegen seiner leichten Zugänglichkeit, günstigen Lage und der ganz platten Form des Fisches sich vortrefflich zu Versuchen eignet. Man kann den Fisch im asphyktischen Zustande Stunden lang ruhig auf dem Rücken liegen lassen und das Herz auf die mannichfaltigste Weise reizen. Das momentan stillstehende Herz kann von allen Punkten aus, auch von den Hohlvenen und vom *Bulbus Aortae* in Kontraktion versetzt werden und zwar vorwärts und rückwärts, in gerader Ordnung, vom Vorhof zur Herzkammer oder in umgekehrter, so dass zuerst der *Bulbus*, dann die Herzkammer und zuletzt der Vorhof sich zusammenziehen.

---

*) Eine Auswahl davon ist seitdem erschienen. S. Icones physiol. ed. Ecker. Tab. XIII. u. XIV.

Ueber das Vorhandensein bisher unbekannter eigenthümlicher Tastkörperchen (Corpuscula tactus) in den Gefühlswärzchen der menschlichen Haut und über die Endausbreitung sensitiver Nerven von R. Wagner und G. Meissner.

(Als fünfte Fortsetzung der neurologischen Untersuchungen der Königl. Societät der Wissenschaften vorgelegt am 26. Januar 1852.)

Die interessanten neueren anatomischen Arbeiten über die menschliche Haut von Krause, Todd-Bowman und Kölliker, so wie die schönen physiologischen Untersuchungen über das Tastgefühl von E. H. Weber, lassen noch eine Reihe von Fragen über den feineren Bau der Tastorgane, namentlich über das Verhalten der Nerven unerledigt. Vorlesungen über die feinere Struktur der Haut führten mich zunächst zur Ueberzeugung, dass hier noch mancherlei zu thun sei, und ich munterte Hrn. Meissner auf, gemeinschaftlich mit mir die Nerven der Haut, gleichsam als eine Fortsetzung unserer Untersuchungen an Zitterrochen, in ihren Endausbreitungen zu verfolgen, um wenigstens für eine Abtheilung sensitiver Nerven die Endigungen festzustellen und die Frage zu beantworten, ob hier Schlingen vorkommen oder nicht. Ich erfreute mich der günstigen Gelegenheit, welche mir seit der Uebernahme der Direktion des anatomischen Theaters geboten war, meine Forschungen auf den Bau des menschlichen Körpers, insbesondere dessen Nervensystem, ausdehnen zu können, während ich bisher nur allzusehr auf die Beobachtungen an Thieren beschränkt war. Die Wichtigkeit der Haut aber in histologischer, physiologischer, pathologischer und selbst therapeutischer Hinsicht macht es sehr wünschenswerth, dieses grosse und leicht zugängliche Organ bis in seine kleinsten Provinzen zu verfolgen.

Die ersten Ergebnisse unserer gemeinschaftlichen Untersuchungen theilen wir im Folgenden mit.

Zuerst scheint es mir allgemeine Thatsache zu sein, dass die sensitiven Primitivfasern in ihren peripherischen Ausbreitungen ähnliche zahlreiche Theilungen erfahren, wie dies bei den Muskelnerven und den elektrischen Nerven der Fall ist. Die Theilungen verhalten sich ähnlich, wie bei den Muskelnerven. Meist dichotomisch oder trichotomisch erfahren die Primitivfasern an ihren Theilungsstellen sehr allgemein eine Einschnürung bis auf ihre blasse Axe, schwellen dann wieder an, zeigen auch in ihren entfernteren Endästen wieder dunkle Contouren, häufig noch mit doppelten, wiewohl oft sehr genäherten Linien. Zuweilen werden sie dann blass, nehmen den sogenannten embryonalen Charakter an, wie z. B. in den Bälgen der Tasthaare der Kaninchen. Sehr reichlich sind die Theilungen auch in den Papillen der Zunge und der Haut.

Bei der Schwierigkeit, die feinsten Endausbreitungen der Nerven zu studiren, haben wir uns zunächst an die entwickeltsten und markirtesten Tastwärzchen, an der Volarseite der Hand, besonders der letzten Fingerglieder gewendet. Die Primitivfasern der hier eintretenden *N. N. volares digitales* haben noch die Breite und das Ansehen der gewöhnlichen Fibrillen. Dann verlaufen sie bogenförmig im Unterhautbildungsgewebe, theilen sich hier und senden ihre Endäste senkrecht in die Höhe zu den in gesonderten Häufchen stehenden Reihen der Tastwärzchen. Sie gleichen den kriechenden Wurzeln einer Pflanze, welche senkrecht nach oben Schösslinge treibt, die in Distanzen das Erdreich durchbohren. Diese senkrechten Nervenästchen theilen sich wieder; nachdem sie sich allmählig um $^2/_3$ des ursprünglichen Querdurchmessers einer Primitivfaser verfeinert haben, schickt jeder solcher Endzweig 1, 2, auch 3 aus einer gemeinsamen Theilungsstelle kommende Aestchen in eine Papille. Wir fanden z. B. bei einem vierjährigen Kinde die Primitivfasern in den *R. R. volares digitales* $^1/_{150}$ — $^1/_{200}$‴ dick, während die Endästchen für die Papille nur $^1/_{300}$ — $^1/_{600}$‴ im Durchmesser hatten.

Die Papillen selbst sind zusammengesetzter, als es die neueren Untersuchungen, auch die von Kölliker, vermuthen lassen.

Jede Papille, welche wirklich einen Nerven aufnimmt (denn wir werden sogleich sehen, dass nicht alle Papillen Nervenzweige erhalten) enthält als deutlich abgegrenzten Kern ein kleines kürbisähnliches oder tannenzapfenförmiges Körperchen, an dessen gegen das Unterhautzellgewebe gerichtetes Ende, oft aber auch an der Seite 1, gewöhnlich 2, seltner 3 Endästchen von dunkelrandigen Nervenfibrillen sich wie Stile ansetzen.

Diese Körperchen, welche wir Tastkörperchen (*Corpuscula tactus*) nennen wollen, füllen den grössten Theil der Axe eines kegelförmigen Gefühlswärzchens von der Basis bis zur Spitze aus und sind die Organe, an welche sich allein die Nerven verbreiten. Sie sind von dem äusseren bogenförmig gestreiften oder fein granulirten Ueberzug der zuckerhutförmigen Tastwärzchen umgeben, wie ein Kern von der fest anliegenden Schale einer Frucht, aber als besondere Organe deutlich abgegrenzt. Sie sind etwas länglich, spindelförmig, in anderen (den meisten Fällen) eiförmig, öfters (in breiten Papillen) wie aus zwei Körpern verwachsen.

Diejenigen Gefühlswärzchen, welche Tastkörperchen und Nerven enthalten, bekommen keine Gefässe. Die Papillen aber, welche Gefässschlingen enthalten, nehmen dafür keine Tastkörperchen auf. Nie haben wir gesehen, dass eine Papille Nerven und Tastkörperchen einerseits, und Gefässschlingen andererseits zugleich enthält *). Jede kegelförmige Gefässpapille hat bekanntlich nur eine Gefässschlinge, mit enge aneinanderliegenden, oft theilweise spiralig umeinander gedrehten Schenkeln, ohne intermediäres Gefässnetz. Diese Schlinge reicht bis dicht hinter den Rand der Spitze der Papille.

Jede Papille wird von jener feinkörnig-streifigen Substanz als ziemlich dünne Schicht überzogen, welche man neuerdings wieder für Bindegewebe erklärt hat. Indess gilt von diesem Bindegewebe vollkommen, was Brücke so richtig vom Bindegewebe überhaupt sagt. Alles solches Gewebe, welches man nicht weiter

*) Man muss also künftig eine ganz andere Eintheilung der Hautpapillen gelten lassen. Man muss Gefäss- und Nervenpapillen unterscheiden. In den zusammengesetzten Papillen der Fingerspitzen schliessen einzelne der kegelförmigen Enden Gefässschlingen, andere Tastkörperchen ein. S. hierüber den späteren Zusatz.

unter die bekannten Gewebselemente unterbringen kann, nennt man Bindegewebe. Die Elemente dieses streifigen Ueberzugs sind uns nicht ganz klar geworden.

Ob den Papillen noch ausserdem als äusserster Ueberzug, da wo sie an die erste Reihe epidermatischer Zellen im Malpighischen Netze stossen, eine dünne sogenannte Glashaut-Lamelle zukommt, wie Todd-Bowman es wollen, oder ob diese fehlt, wie Kölliker behauptet, möchten wir noch unentschieden lassen. Zuweilen scheint eine solche durchsichtige glashelle strukturlose *basement-membrane* wenigstens als äusserste Schicht, wenn auch nicht als separirbare Haut vorhanden; in anderen Fällen ist sie nicht nachzuweisen.

Jene Tastkörperchen sind schwer zu definiren. Sie scheinen aus sehr kleinen, sack- oder bandförmigen, wagerecht über einander liegenden Schichten zu bestehen, welche zusammen ein beerenartiges Gebilde formiren, das an die Pacini'schen Körperchen erinnert. Bei diesen sind aber die Schichten concentrisch, die Nervenprimitivfaser dringt hier in die Axe ein und die Endäste verlaufen im Allgemeinen parallel mit den Schnen, welche man sich auf die Bogen der concentrischen Streifen gelegt denkt.

Jede einfache, zweifache oder dreifache sehr feine Endfibrille in einem Tastkörperchen biegt sich hier häufig, aber nicht immer, hirtenstabförmig um, behält bis dahin ihre dunkeln Contouren und scheint rundlich mit geschlossenen Contouren zu endigen. Manchmal scheinen die Fibrillen auch in einer Korkzieherspirale der Tastkörperchen zu verlaufen. Sehr starke und klare Vergrösserungen lassen aber noch ein viel feineres und zusammengesetzteres Auflösen der Fibrille vermuthen. Sie scheint, wenn sie stumpf endigt, nur abgerissen. Man sieht bei völliger Unverletztheit aus der Axe dieser $^1/_{500}$''' dünnen Faserenden einen blassen Fortsatz (Axencylinder) austreten, welcher sich in mehrere blasse Aestchen (ja büschelförmig) in das Tastkörperchen verliert.

Zwischen den helleren Schichten der Tastkörperchen liegen zahlreiche, längliche, dunkelcontourirte, das Licht stark brechende, zuweilen etwas spindelförmig ausgezogene Kerne, welche ebenfalls an die Kerne zwischen den concentrischen Lagen der Pacinischen Körperchen erinnern. Nur sind sie zahlreicher; die Längs-

axe dieser Kerne liegt immer in der Queraxe der Tastkörperchen und Tastwärzchen, parallel mit den Schichten.

Von eigentlichen Nervenschlingen, wie auch wir sie früher in Folge einer Verwechselung mit Gefässen, wahrzunehmen glaubten, findet sich keine Spur.

Die sogenannten Tastrosetten, die Nervenknäuel Gerbers existiren nicht. Die Nervenschlingen Köllikers (s. dessen mikroskopische Anatomie Fig. 12 und 13) existiren ebenfalls nicht. Was Kölliker Fig. 4 „quere Fibrillen in der Axe der Tastwärzchen und kernartige Gebilde“ nennt und abbildet, welche letztere er an einer andern Stelle zum Theil fragweise für Fettkörperchen hält, sind aber die von ihm nicht isolirt erkannten und unrichtig abgebildeten Tastkörperchen. Was Kölliker Fig. 12 als Nervenschlinge abbildet, ist Gefässschlinge. Die Nerven dringen niemals so hoch hinauf in die Spitze der Papille. Auch hat der Verfasser Fig. 12 in einer Papille die Structurverhältnisse von zweierlei Papillen (einer Gefäss- und einer Nervenpapille) combinirt, welche niemals zusammen vorkommen.

Die Methode, dieselben darzustellen, ist nicht sehr schwierig. Am geeignetsten haben wir die Behandlung mit verdünntem kaustischem Natron gefunden. Nachdem die hierdurch sich leicht ablösenden Lagen der Epidermis entfernt worden sind, spült man die Natronlösung wieder ab und benetzt, besonders um die Kerne deutlich zu machen, das Präparat mit verdünnter Essigsäure.

Um die Nervenverbreitung zu studiren, muss man recht dünne Schnitte von frischer Haut an der Daumenbeere oder an anderen Fingern wählen und nur Natronlösung nehmen. Um die Körperchen selbst gut und scharf zu sehen, kann man auch recht dünne Schnitte von frisch getrockneter Haut von denselben Stellen mit dem Rasirmesser nehmen, die man mit Natron behandelt, auswäscht und wozu man dann wieder verdünnte Essigsäure zusetzt.

Die Haut junger Individuen eignet sich am besten. Bei Erwachsenen sind die Tastkörperchen grösser. Wir fanden sie bei einem vierjährigen Kinde $^1/_{50}''' - ^1/_{30}'''$ lang, $^1/_{100}''' - ^1/_{50}'''$ breit. Bei einem erwachsenen Weibe waren die grössten Tastkörperchen $^1/_{20} - ^1/_{15}'''$ lang und $^1/_{50} - ^1/_{40}'''$ breit.

Hat man sich mit dem Object noch nicht vertraut gemacht, so muss man sich hüten, nicht etwa Gefässschlingen für Nervenschlingen zu halten. Die Schenkel der ersteren sind immer viel dicker, als die doppelt contourirten Nervenfasern und messen $^1/_{250}$''' — $^1/_{150}$'''; sie führen eine einfache Reihe von Blutkörperchen. Sind die Gefässschlingen blutleer, so kann man sie häufig durch Zusatz von verdünnter Jodtinctur intensiv braun färben, wo sie von der weniger gefärbten übrigen Substanz stark abstechen. Oft sind sie mit Blut ganz gefüllt und dann wie injicirt. So fanden wir sie in der frischen und getrockneten Haut eines ertränkten Mannes. Sie lassen sich leicht mit Karmin oder Zinnober injiciren. Aber im injicirten und mit Blut gefüllten Zustande verdecken die Gefässpapillen häufig die benachbarten Nervenpapillen mit den eingeschlossenen Tastkörperchen und lassen auch die Verbreitung der feinsten Nervenfädchen nicht erkennen. Besser gelingt dies, wenn der körnige Farbestoff nur theilweise eingedrungen ist. Auch Behandlung mit verdünnter Salpetersäure ist zur Erkenntniss der Gefässe und Nervenkörperchen öfters nützlich.

Wie weit diese Tastkörperchen in der gesammten Haut und deren Papillen verbreitet sind, ob überall — was wir für viele Hautstellen bis jetzt wenigstens verneinen möchten (doch scheint in der Zunge etwas ähnliches sich zu finden) —, in wie weit sie mit den Pacini'schen Körperchen verwandt sind, namentlich mit jenen, welche nach den schönen Untersuchungen von Herbst und Will an so vielen Stellen unter der Haut bei Vögeln vorkommen —, müssen weitere Untersuchungen lehren. Alles, was wir oben erwähnt haben, gilt von den Papillen der Volarfläche der Hand, besonders der Fingerspitzen.

Jedenfalls scheint in unseren Beobachtungen ein neuer Fortschritt zur Erkenntniss der Bedeutung der bisher so räthselhaft gewesenen Vater'schen oder Pacini'schen Körperchen zu liegen.

Durch unsere Beobachtungen wird jetzt das Vorhandensein von Endschlingen auch für die sensitiven Primitivfasern wieder von Neuem in Frage gestellt, und die Liebhaber dieser Bildungen müssen sich auf ein weiteres Terrain zurückziehen. Schleifenartige Verlängerungen auf einer an der Basis der Papillen fortstreichenden Primitivfaser, wie man sich die Sache wohl dachte, sind

nicht vorhanden. Gesetzt auch, die letzten Enden der Fibrillen gingen in den Tastkörperchen schlingenartige Verbindungen ein, so würden diese doch physiologisch immer nur die Bedeutung freier Enden einer Fibrille haben, da die Endästchen immer an der letzten Theilung einer Fibrille rückwärts (in der Richtung gegen die Centraltheile) wieder zu einem Punkt (im Axencylinder) sich vereinigen. Kurz so viele Tastkörperchen von einer Nervenprimitivfaser versorgt werden, so viele freie peripherische Endpunkte hat diese Primitivfaser.

Es wird möglich sein, durch Zählung und Rechnung auszumitteln, wie viele Tastkörperchen durchschnittlich von einer Primitivfaser versorgt werden. Die Ausmittelung dieses Verhältnisses wird jedoch erschwert durch das ungleiche Zahlenverhältniss der Gefäss- und Nervenpapillen zu einander. Z. B. an den Fingerspitzen alterniren zuweilen beide Papillenarten, häufiger noch kommen auf eine Nervenpapille zwei bis drei und mehr Gefässpapillen. Letztere nehmen aber im 2ten, 1sten Glied und in der Hohlhandfläche so zu, dass man hier z. B. im Handteller oft auf 10 bis 20 Gefässpapillen nur eine Nervenpapille zählt. So fand ich es wenigstens in der oben erwähnten injicirten Hand.

Noch sei mir erlaubt, hier einer Behauptung Kölliker's entgegenzutreten. Derselbe behauptet, dass die Theilungen der Primitivfasern der Nerven in den Muskeln bei Menschen und Säugethieren im Vergleiche zum Frosche so selten seien, dass auch Schlingen bei der Endverbreitung in den Muskeln vorkämen und dass man den Typus der Verbreitung von den niedern Wirbelthieren nicht auf die höheren und auf den Menschen übertragen dürfe.

Hier wiederhole ich: Muskel ist Muskel. Herr Kölliker möge die erste beste Maus frisch untersuchen und er wird, wenn nicht ganz so häufig und leicht, wie bei den Fröschen, doch bei einiger Sorgfalt zwei- und dreifache Theilungen oft genug finden. Auch eine 4fache Theilung hat mir Herr Meissner gezeigt. Gewisse Fundamentalverhältnisse können bei den niederen Wirbelthieren nicht anders sein, als bei den höheren. Dasselbe gilt von den bipolaren und multipolaren Ganglienzellen.

Unsere oben mitgetheilten gemeinschaftlichen Beobachtungen lassen sich schon mit den gewöhnlichen kleinen Mikroskopen bei klarer 200maliger Vergrösserung theilweise verificiren. Um denselben ganz folgen und sie, was wir sehr wünschen, erweitern und vervollständigen zu können, müssen stärkere Objective z. B. Nr. 8, 9 u. 10 der neuen trefflichen grossen Oberhäuser'schen Instrumente verwendet werden.

Man kann auch Finger und Hände nehmen, welche einige Zeit in nicht zu starkem Weingeist gelegen haben. Sehr schön fanden wir z. B. die Tastkörperchen, Gefässschlingen und selbst die Nerven noch erhalten in einer Hand von einem jungen Manne, die ich mit Leim und Carmin injicirt hatte und die ohngefähr 6 Wochen in Weingeist lag, nachdem vorher die Epidermis durch leichte Maceration entfernt war.

Es sei mir erlaubt, noch einige Bemerkungen hinzuzufügen über die Bedeutung dieser Entdeckung für die Physiologie des Nervensystems überhaupt und der Tastwerkzeuge insbesondere. Die Tragweite der Entdeckung wird sich erst dann berechnen lassen, wenn dieselbe von den verschiedensten Seiten verfolgt und besonders die topographische Vertheilung der Tastkörperchen, ihr Vorkommen oder ihr Mangel an gewissen Hautstellen, ihre grössere oder geringere Entwickelung in der ganzen Haut, in den sensiblen Schleimhäuten studirt worden ist, und wenn die betreffenden Nervenbezirke in ihrer ganzen Ausdehnung erforscht sind, was natürlich keine Aufgabe für heute und morgen ist.

Zunächst stellt sich aber schon so viel heraus: für die Theile, welche das entwickeltste Tastgefühl besitzen, für die Fingerspitzen, steht es fest, dass die elementaren Nervenfäden (Primitivfasern) sich nicht in Schleifen hin und her beugen und an vielen Stellen des geschlängelten Verlaufs (in den Papillen) Tasteindrücke aufnehmen können, wie bereits oben bemerkt wurde, sondern dass sich die elementaren Nervenfäden gewissermassen wie in den Muskeln verhalten. Es steht (wenigstens für die Hohlhand und die Fingerspitzen) fest, dass die Enden der Nerven nicht an beliebigen Punkten des Papillarkörpers sich verbreiten, sondern dass eigene, den Pacini'schen Körperchen vergleichbare Organe dafür vorhanden sind, Organe, welche so gut als eigene physikalische Sin-

nesapparate zu betraehten sind, wie die Retina mit den Augenflüssigkeiten, wie die Hörsäckchen des häutigen Labyrinths.

Es ist, naeh dem oben beschriebenen Bau, für gewisse Fundamentalfragen am Ende ganz gleiehgültig, wie die letzte nieht mehr seharf definirbare Endigung der feinsten Nervenfibrillen in den Tastkörperehen beschaffen ist. Genug, dass jedes Tastkörperehen sicher einem peripherisehen Endpunkt einer Primitivfaser entspricht, welcher für einen isolirten Eindruck empfänglich ist. Die ganze Lagerung des Tastkörperehens, die Isolirung der entsprechenden Tastpapille zwischen mehreren Gefässpapillen, wie ein Pistill zwischen den Staubfäden, spricht dafür. Tannenzapfenartig mit der Spitze nach oben gekehrt, berühren dieselben so zu sagen unmittelbar die untersten Schichten der Epidermis. Eine dessfallsige Messung zeigte die Spitze des Tastkörperchens nur von einer dünnen Lamelle der Spitze der Papille überzogen, welehe unter $^1/_{1000}$ Linie betrug, während die Distanz der Gefässschlingen in den Gefässwärzehen $^1/_{700}$ bis $^1/_{500}$ Linie beträgt. An der Seite ist das Tastkörperchen fest eingebettet in dem streifigen Ueberzug der Papille; es wird wie eine Blume von ihrem Kelch eingeschlossen. Ein Eindruek von oben muss den Impuls zunächst auf das Tastkörperchen ausüben, welcher von da an auf den stilartig, seitlich oder naeh unten ein- oder mehrfachen Nervenast übertragen wird. Jede Primitivfaser theilt sich aber in viele Endäste, deren gegen die Peripherie (die Haut-Oberfläche) gelagerte impressionable Endpunkte eben durch die Spitzen der Tastwärzchen repräsentirt werden. Sämmtliche Endpunkte einer Faser sind aber in dem einfachen Stamm der Fibrille und in dem entsprechenden Einsenkungspunkt in einer Ganglienzelle des Rückenmarks oder Gehirns repräsentirt oder werden wohl mit beiden durch multipolare Ganglienzellen in Verbindung stehen. So viele Endpunkte auch vorhanden sein mögen; mögen sie alle oder mag nur einer gereizt werden, immer wird der Eindruck nur ein einfacher und nur nach dem Grade der Intensität verschieden sein können, welche letztere eine Funktion der Stärke des Reizes (sei es Druck, Temperatur oder chemisches Agens) und der Zahl der durch den Reiz afficirten Tastkörperchen sein kann. Jede Primitivfaser, die zu einer Fingerspitze geht, beherrscht eine Anzahl Tastkörperehen,

welches ich, wie bei den Muskeln, mit dem Namen einer Primitivfaserprovinz bezeichen will. In wie weit diese anatomischen Provinzen mit den physiologischen Empfindungskreisen E. H. Weber's im Zusammenhange stehen, kann möglicherweise von der Art abhängen, wie diese Nervenprovinzen in der Haut innerhalb der Ebenen ihrer peripherischen Endpunkte zusammenhängen. Denken wir uns z. B. jede Provinz wie eine zusammengesetzte Dolde einer Pflanze, so wird der Hauptstengel der Dolde dem Primitivfaserstamm, die Aeste verschiedener Ordnung werden den Aesten der Fibrille, die Blumen den Tastkörperchen zu vergleichen sein. Die Dolden eines Stengels (resp. einer Primitivfaser) können nun nebeneinander stehen; dann wird die entsprechende Dolde eines peripherischen Raumfeldes (z. B. einer Quadratlinie) nur einen einfachen Eindruck hervorrufen und diese peripherische Nervenprovinz wird zugleich einen geschlossenen Empfindungskreis darstellen. Oder die Dolden je zweier Stengel (resp. je zweier Primitivfaserstämme) können durcheinander geschoben sein. Dann werden auf dem gegebenen Raumfeld je zweier Dolden eine Menge Punkte sich finden, in welchen die Tastkörperchen zweier Primitivfasern bei einander liegen und deren Berührung allemal zwei distincte Eindrücke hervorrufen wird. Zur Lösung dieser interessanten Fragen wird die feinere Anatomie das eine Moment sein, ohne welches die anderen Momente, die directen Reizversuche, die Versuche über die physikalischen Qualitäten, z. B. die Elasticität der Tastkörperchen keine sicheren Folgerungen zulassen, welche in der Nervenphysiologie verwerthet werden könnten.

Wem mit Vergleichen und Bildern etwa gedient ist, für den will ich noch bemerken, dass die Tastkörperchen sich am allerersten mit den Paraphysen der Laubmoosblüthen vergleichen lassen.

Späterer Zusatz.

Die Entdeckung der Organe, welche ich mit dem Namen der Tastkörperchen belegt habe, erregte ein so allgemeines Interesse gewiss vorzüglich theils deshalb, weil es ein bisher ungekanntes Gebilde des so vielfach durchsuchten menschlichen Körpers betraf, theils weil sich daran eine bedeutende Aussicht für die Physiologie knüpfte, welche leider nicht in dem Maasse erfüllt wurde, als der erste Anschein vermuthen liess. So kurz auch erst der Zeitraum ist, welcher seit der Entdeckung verfloss, so bietet die Geschichte derselben mit den anbei entstandenen Controversen doch ein mehrfaltiges Interesse, weshalb ich hier genau auf das historische, auf den gegenwärtigen Stand der Frage und auf die Aufgaben der Zukunft eingehen will.

Als ich nach dem Tode des für das Studium der Anatomie und die Einrichtung eines zweckmässigen anatomischen Theaters an der Universität vielfach verdienten Langenbeck in Verbindung mit meinem werthen Freunde, Prof. Bergmann, nunmehr in Rostok, provisorisch den anatomischen Unterricht und die Leitung der Anstalt übernahm, geschah dies vorzüglich deshalb, um mich wieder in ein Fach einzuarbeiten, das früher mein Hauptfach gewesen (— ich hatte in Erlangen niemals Physiologie gelesen —) und das in so innigem Zusammenhang mit der Physiologie des Menschen steht, dass man die freie Benützung einer solchen Anstalt sehwer vermisst, wenn man Physiologie lesen und in derselben Forschungen machen will. Eigenthümliche Verhältnisse aber schlossen mich in den ersten 11 Jahren meiner Anwesenheit in Göttingen von der Benützung der Anatomie völlig aus

und machten mir unmöglich, die Entdeckungen und neuen Arbeiten selbstprüfend zu verfolgen. Es musste daher mein lebhafter Wunsch sein, diese Lücke auszufüllen, so wie sich dann daran weiter die Hoffnung knüpfte, einige Untersuchungen fortzuführen, welche mit meinen physiologischen Arbeiten im Zusammenhange standen. Die Liberalität unsers Curatoriums gewährte mir sofort meinen Wunsch, durch provisorische Uebernahme des Lehramts der Anatomie für einige Jahre, in Verbindung mit Prof. Bergmann, diese Aufgabe zu erfüllen.

Ich war so glücklich, einen meiner strebsamsten und fleissigsten Schüler, Georg Meissner, der mich im Herbst 1851 nach Triest begleitet hatte, während des Winters 1851/52 noch im Laufe seiner Studentenjahre zum Assistenten zu haben.

Der Wunsch, nach Entdeckung der Nervenenden in den motorischen Organen, auch die Enden wenigstens einer Gruppe von sensitiven Nerven aufzufinden, hatte mich längst auf den Gedanken geführt, die menschliche Haut hierauf einer genaueren Untersuchung zu unterwerfen, da die mir zugänglichen Thiere für die Entscheidung dieser Frage wenig geeignet erschienen. Der Mangel des anatomischen Materials, bei welchem zugleich Injectionen angewendet werden könnten, machte mir die frühere Erfüllung dieses Wunsches unmöglich. Jetzt aber konnte ich frei über das Material in hinreichender Auswahl disponiren, und ich beschloss sogleich, die Sache in Angriff zu nehmen. Ich sprach mit Meissner über die Sache, der als Studirender seit Jahren bei mir auf dem physiologischen Institute sich völlig in den Gebrauch des Mikroskops und in die Gewebslehre eingearbeitet hatte und der die nicht häufige, zu solchen Aufgaben nöthige Beharrlichkeit in hohem Grade besass. Es wurde sogleich mit dem Abschnitt der Haut begonnen, der mir *a priori* als der passendste erschien, nämlich mit der Volarseite der Fingerspitzen.

Die Behandlung mit den gewöhnlichen Reagentien an nicht injicirten Hauttheilen führte sehr bald zu den Ansichten, welche Kölliker in seiner mikroskopischen Anatomie Bd. I. S. 24 dargestellt hat. Es präsentirten sich lange gezogene Schlingen in den Papillen, welche ungefähr die Breite und das Ansehen von Nervenprimitivfasern mit sehr schmalen doppeltcontourirten Rändern

hatten. Meissner hielt sie für Nervenschlingen; ich war zweifelhaft; auf der einen Seite, da sich fast keine Nerven in der Papille wahrnehmen liessen, nicht abgeneigt, dieser Meinung beizutreten, auf der andern Seite sah ich sogleich ein und äusserte es auch, dass ohne Injectionen die Frage nicht entschieden werden könnte. Um diese Zeit erhielt ich die Correctur der kleinen Abhandlung über die Triestiner Beobachtungen und fügte auf den Grund dieser Anschauung einem Satze (s. oben S. 111) den Schluss bei: „während in die Hautpapillen des Menschen allerdings Schlingen eintreten.“

Ich habe dieses Vorgangs absichtlich näher gedenken wollen, weil er ein Zeugniss gibt, wie leicht auf diesem Gebiete, auch bei vielfacher Uebung, Irrungen vorkommen können. Niemand, welcher die von Kölliker a. a. O. gegebene Abbildung oder Beschreibung ansieht, wird den geringsten Zweifel haben, dass dieser geübte Beobachter leere Gefässschlingen für schlingenförmige Nervenenden genommen hat.

Diese ganze Sachlage hatte für mich ein peinliches Gefühl zur Folge. Nachdem man theoretisch gegen die Endschlingen das grösste Bedenken haben musste, sollten dieselben nun auf einmal mit plastischer Klarheit uns in einem so eminent sensiblen Organe entgegentreten.

Sehr bald präsentirten sich aber in natürlich mit Blut gefüllten Fingern (z. B. bei Erhängten) oder bei Injektionen, die ich machte, diese Schlingen als Gefässschlingen. Meissner, den ich sehr antrieb, zeigte mir eines Tags, wie sich bei der Behandlung mit Natron an feinen Durchschnitten in der Axe der Papille häufig ein dunklerer Kern präsentirte. Ich nahm den Gegenstand sofort vor, machte einige Durchschnitte und fand sehr bald das fundamentale und entscheidende Verhältniss. Ich sah, dass die aus dem Unterhautzellgewebe gegen die Papillen emportretenden dunkelcontourirten unzweifelhaften Nervenprimitivfasernäste nur zu den Papillen traten, wo der dunkle Kern lag, während hier gerade die Gefässe fehlten und in jenen Papillen, wo die Gefässschlingen erschienen, dagegen keine Nerven und keine Kerne in den Papillen zu sehen waren. Sogleich stellte sich mir die Thatsache fest: es gibt getrennte Gefäss- und getrennte Nervenpapillen.

Indess hatte auch Bergmann mit zugesehen und er war es, der mich zuerst wieder an die von E. H. Weber ausgesprochenen Ideen lebhaft erinnerte, wornach dieser geistvolle Physiolog in der Haut für die distincten Sensationen eigene Organe supponirte.

Dies alles entzündete in mir sogleich den Gedanken, dass man es hier mit einer Entdeckung eigenthümlicher Tast-Organe, mit einem neuen Sinnes-Werkzeuge zu thun habe.

Wenige Tage anstrengender gemeinschaftlicher Untersuchungen von mir und Meissner stellten dann die Hauptthatsachen fest, wie sie in der voranstehenden kleinen Abhandlung redigirt und der Societät am 26. Januar vorgelegt worden sind.

Der erste, welcher, wie zu erwarten war, den Gegenstand einer selbstständigen Prüfung unterwarf, ist Kölliker gewesen*). Ihm, als dem am meisten Betheiligten, hatten wir zuerst einen Abdruck unsers Aufsatzes gesendet.

In diesem, schon unter dem 26. Februar geschriebenen Aufsatz hatte Kölliker mit der ihm eigenen Energie den Stoff sogleich durchgearbeitet. Kölliker fügte auch die ersten freilich nicht ganz gelungenen Abbildungen bei.

In diesem Aufsatz bestreitet Kölliker einige von uns aufgestellte Hauptpunkte. Was wir „Tastkörperchen“ nennen, erklärt er für einen Strang von homogenem Bindegewebe in der Axe der Papillen und schlägt dafür den Namen „Axenkörper“ vor. Die dunkelrandigen Nerven sollen nicht in diese Gebilde eindringen, sondern nur äusserlich an denselben verlaufen und mit aller Bestimmtheit wieder in Schlingen enden.

Hiedurch waren wir also wieder auf dem alten Fleck. Wir konnten die Schlingen nicht los werden und für das Tastgefühl sollten diese Gebilde „nicht im Entferntesten die Bedeutung haben“, die wir ihnen zuschrieben.

Dies, so wie der Wunsch genauere Abbildungen zu liefern, gab Veranlassung zu dem kurzen Aufsatz in Müller's Archiv**). Ein andauerndes Uebelbefinden hinderte mich, dieser Darstellung eine weitere Ausführung zu geben, welche im Wesentlichen auf

---

*) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. IV. S. 43.

**) Jahrgang 1852, S. 493.

unseren bisherigen Beobachtungen beruhte. Gerade bei der entstandenen Controverse zwischen mir und meinem hochgeschätzten Collegen Kölliker, welche leider, nicht ohne einige Schuld von meiner Seite, aber durch schon frühere Angriffe des trefflichen Verfassers der mikroskopischen Anatomie provocirt, persönlich zu werden drohte, erschien es mir übrigens doppelt wünschenswerth, dass von dritter Seite Untersuchungen angestellt und die Sache ins Klare gebracht werde.

Solche Untersuchungen liessen auch nicht auf sich warten.

Nuhn*) in Heidelberg schliesst sich im Allgemeinen mehr den Ansichten Kolliker's an. Insbesondere statuirt er Nervenschlingen, die er jedoch auch zuweilen innerhalb der Tastkörperchen fand.

Gerlach**) in Erlangen, der sich vorzüglich auch mit der Gefässverbreitung in den Papillen beschäftigte, stellte eine neue Meinung auf, indem er die Tastkörperchen für „eigenthümlich gestaltete Nervenplexus erklärte.“ Sodann verwarf er die Scheidung von Nervenpapillen und Gefässpapillen, indem er in jeder Papille Gefässschlingen gesehen haben wollte.

Fast ganz mit unsern Angaben übereinstimmend erklärte sich Ecker, welcher in den Icones physiologicae eine Reihe von Darstellungen gab, die sich, was insbesondere die Ansicht grösserer Hautdurchschnitte und das Verhältniss der Nervenpapillen zu den Gefässpapillen betrifft, durch grosse Eleganz auszeichnen***). Auch das Physiognomisch-charakteristische im Eintritt der Nerven ist nirgends so gut wiedergegeben. Doch ist die innere Structur der Tastkörperchen weniger verfolgt.

Ich hatte Meissner schon länger aufgemuntert, den Gegenstand monographisch in einer selbständigen Schrift zu behandeln. Da sich hiezu ein Verleger für die nöthige Ausstattung fand, so erschien dieselbe um Ostern 1853†).

---

*) Illustrirte medizinische Zeitung. Bd. II.

**) Ebendaselbst.

***) Ic. phys. ed. Ecker. Tab. XVII. mit kurzem Text.

†) Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Haut von Georg Meissner. Mit 2 Kupfertafeln. Leipzig 1853. 4to.

Diese Schrift ist eine gänzlich selbstständige Arbeit von Meissner, aus welcher der Verfasser nach der Vollendung im Manuscript mir den physiologischen Abschnitt vorlass, über welchen wir in einiger Hinsicht abweichende Ansichten hatten. Doch fand sich der Verf. nicht veranlasst, meine Einwürfe zu berücksichtigen und ich rieth ihm zuletzt selbst, sie eben dann stehen zu lassen und dieselben dem öffentlichen Urtheil zu unterwerfen.

Da die kurzen Worte, mit welchen der Verfasser mir die Schrift freundlichst widmete, zu einem Missverständnisse Veranlassung geben können, so möchte ich dabei Folgendes erwähnen.

Der Verf. bezeichnet die Entdeckung als Folge eines Zufalls. Dies ist sie aber nicht, insoferne planmässige Untersuchungen dazu führten und bei der von mir vom Anfange an vorgeschlagenen Methode die Entdeckung durch einen Zufall kaum hätte entgehen können.

Was aber das Verhältniss der beiden hier betheiligten Personen betrifft, so habe ich es vom Anfang an bedauert, dass öfters nur einer von uns beiden, am häufigsten ich selbst, bei der Sache citirt wurde. Wir haben uns beide in der ersten vorstehenden Abhandlung zusammen genannt und gemäss eines in der Geschichte der Wissenschaften ganz allgemeinen Verfahrens werden zwei Verfasser, die sich, wie Prevost und Dumas, wie Purkinje und Valentin, wie Henle und Kölliker als verbundene Autoren bezeichnen auch stets gemeinschaftlich als solche citirt, da eine derartige Verbindung für eine solidarische gilt, wie sich dieselbe auch aus meiner vorliegenden historischen Darstellung ergibt.

Diese letzte Schrift Meissner's weicht nun in Folge neuer ihm eigenthümlichen Untersuchungen in einigen Punkten von unseren ersten Angaben ab, während sie in den Cardinalpunkten daran festhält.

Ich habe sogleich nach Erscheinen der Schrift, während der Verfasser sich schon in München aufhielt, den Gegenstand nochmals vorgenommen und mich davon überzeugt, dass derselbe in fast allen abweichenden Punkten unserer eigenen früheren, so wie der Untersuchungen anderer recht hat.

Weil diese Schrift den Gegenstand in anatomischer Hinsicht vorläufig abschliesst, so will ich die Einzelheiten, insbesondere so

weit sie neue Thatsachen oder Controversen betreffen, hier näher besprechen und dann auch mit einigen wenigen Bemerkungen auf die physiologischen Grund-Anschauungen eingehen.

Von Interesse sind die Schilderungen der Grössen- und Zahlenverhältnisse der Papillen so wie deren Bau aus eigenthümlichen vom Verf. zuerst charakterisirten Fasern, von welchen gute Abbildungen gegeben sind. Das Bestehen einer structurlosen Grundmembran als Ueberzug der Papillen wird bestritten. Daran reiht sich eine genaue Beschreibung der Gefässe. Der Verf. findet in Bezug auf die Durchmesser der kapillaren Schlingen die Angaben von Kölliker und Krause etwas gering. Zugleich wird ein Fehler in unserer gemeinschaftlichen obigen Abhandlung (S. 122) verbessert, wornach die Gefässschlingen nur eine einfache Reihe von Blutkörperchen führen sollen, während sie nach ihrem Durchmesser Raum für mehrere Reihen haben.

Insbesondere werden die Tastkörperchen genau beschrieben und aus der schwierigen Deutung der optischen Bilder wird auf ihre Struktur geschlossen.

Das wesentlichste Konstituens der Tastkörperchen ist Nervensubstanz. Nachdem sich die Nervenprimitivfasern unterhalb der Papillen getheilt haben, dringen meist zwei Faseräste, seltener eine oder drei, noch seltener vier und mehr an verschiedenen Stellen, meist unten, häufig aber auch an der Seite in die Tastkörperchen ein. Schlingen kommen niemals vor. Die schwierigste Frage ist die, wie sich die Nervenäste im Innern verhalten. Der Verf. hat mittelst einer glücklichen Combination der Untersuchung bei Neugebornen, wo die Tastkörperchen noch fehlen und von Kindern, so wie bei einigen in der chirurgischen Klinik vorgekommenen Fällen, wo die Nerven und Tastkörperchen theils in eine Fettmetamorphose eingetreten, theils atrophisch waren, und unter scharfer Analyse der Bildungen bei Erwachsenen folgendes allgemeine Ergebniss aufgestellt, was ich mit seinen eigenen Worten wiederhole:

„Die Tastkörperchen sind ellipsoidische, wahrscheinlich von einer bläschenartigen Membran gebildete Körperchen, welche mit einer vielleicht festen, vielleicht weichen Substanz, die aus kleinen rundlichen Kügelchen besteht, gefüllt sind. In diese treten ein

oder mehrere Nerven entweder am unteren Ende oder seitlich hinein, winden sich oft spiralig und theilen sich nach vorausgegangener Verschmälerung büschelförmig in eine Anzahl feiner nicht doppelteontourirter Aestchen, welche zum Theil wohl mitten in jene Substanz eingebettet sind, grösstentheils aber sich wie die Finger einer Hand an der Wand des Organ's ausbreiten. Ob solche Aeste sich noch einmal wieder theilen, habe ich nicht gesehen. Treten mehrere Nerven in ein Tastkörperchen, so vertheilen sie sich in die verschiedenen Gegenden desselben, um dieselben mit Endausbreitungen zu versorgen. . . . Was die Endigungsweise der letzten feinen Nervenäste betrifft, so glaube ich, dass sie frei, vielleicht etwas anschwellend aufhören; die Beobachtungen sprechen wenigstens nicht für eine andere Art der Endigung; ihre Länge scheint ungefähr gleich dem Quer-Durchmesser des Tastkörperchens zu sein, ihre Breite, wie oben angegeben zwischen $^1/_{900}$''' und $^1/_{300}$'''."

Hierdurch würde also das auf den ersten Blick wie aus übereinander liegenden plattenförmigen Schichten gebildete Ansehen der Tastkörperchen erklärt. Die queren oder schiefen Streifen würden nicht Trennungslinien von Platten oder von einzelnen Bläschen sein, sondern es würde der optische Ausdruck der in öfters fächerförmig getheilte Aeste zerfallenen Nervenfasern sein.

Nach einer späteren sorgsamen Untersuchung muss ich mich dieser Ansicht von Meissner im Wesentlichen anschliessen. Nur in einem Punkte weiche ich ab. Ich glaube nämlich nicht, dass die Tastkörperchen von einer eigenthümlichen Membran umschlossen sind, da weder Meissner noch ich sie je gesondert haben darstellen können. Wären es wirklich Bläschen mit verästeltem Nervenmark und einer feinen molekularen Masse gefüllt, so müsste es doch irgend einmal, wenn auch noch so schwierig gelingen, die Tastkörperchen zu sprengen und zu zerfasern, die Molekularmasse austreten, die Nervenästchen entfaltet zu sehen. Ich halte es vielmehr für wahrscheinlich, dass die Tastkörperchen allerdings grösstentheils aus Nervensubstanz, aus verzweigten zusammen geballten Nervenfaserenden bestehen, welche in eine geringe Menge einer hyalinen, zum Theil fein granulirten, im Leben wahrscheinlich elastischen Substanz von ziemlicher Consistenz eingebettet, ja mit derselben innig verbunden sind. Die Substanz stelle ich mir unge-

fähr vor wie recht stark eingekochten, zähen Leim. Diese Masse formirt mit der Nervenmasse die so schwer aus den Papillen herauszuschälenden, niemals zu zerfasernden Tastkörperchen.

In Bezug auf das Verhältniss der Gefäss- zu den Nervenpapillen modifizirt der Verf. in etwas unsere frühere Anschauung, hält diesen Punkt aber überhaupt nicht von grosser Bedeutung. Er fasst schliesslich das Resultat seiner letzten Forschungen in folgenden Worten zusammen: „Die Regel ist, dass kein Gefäss in die sogenannten Nervenpapillen eingeht, einfach deshalb, weil darin in der Regel kein Platz für dasselbe ist; ist aber Raum dafür da, so kann auch eine Gefässschlinge denselben einnehmen, daher sie in Zwillingspapillen sich finden und zuweilen auch in Papillen mit kleinen Tastkörperchen."

Ich halte diesen Punkt nicht von geringer Bedeutung und weiche auch in der Auffassung und Deutung ab, halte dabei fest an meiner früheren Ansicht.

Man nehme, um nachstehende Deduktion zu verstehen, Ecker's Tafel XVII., fig. IV in den Icon. physiologicae zur Hand. In dieser sehr korrect und hübsch dargestellten Gruppe von Papillen wird man auf überraschende Weise sehen, dass die Mehrzahl der einzelnen zuckerhutförmigen Papillen blos Träger von Gefässen sind, die Tastkörperchen stehen dazwischen wie Zugaben. In der Gruppe A. steht eine isolirte Papille seitwärts mit einem Tastkörperchen; in der Gruppe C. ist die isolirte Papille mit ihrem Tastkörperchen wie ein Pistill von den Gefässpapillen als Staubfäden umgeben. In der Gruppe B. sind eine Gefässpapille und eine Nervenpapille mit einem Tastkörperchen zu einer Zwillingspapille verwachsen. Ueberall überragen die Gefässpapillen die Tastkörperchenpapillen.

Man fragt sich natürlich, was ist der physiologische Grund dieser Anordnung und kann nur theilweise eine befriedigende Antwort darauf geben. Offenbar ist eine durchgreifende Sorgfalt darauf verwendet, dass niemals eine Gefässschlinge in unmittelbare Nähe, in unmittelbaren Kontakt mit einem Tastkörperchen kommt. Ist auch eine Verwachsung einer Gefässpapille mit einer Tastkörperchenpapille vorhanden, so sind doch beide *re vera* so geschieden, als wären sie getrennt. Es liegt immer das Fasergerüste der

Papillarsubstanz dazwischen. Es ist gerade so, als wenn zwei Finger zusammen durch die Haut verwachsen sind, wobei aber doch innerlich zwei getrennte Fingerknochenreihen existiren. Zwei Rauchfänge kann man mit einem Mauer-Mantel umgeben, sie bleiben eben so geschieden, als wenn sie äusserlich getrennt wären. Immer ist in den Papillen die Einrichtung so, dass die Veränderlichkeit des Lumens der Gefässschlinge nicht durch unmittelbaren Druck auf das wesentlich aus Nervenmark bestehende Tastkörperchen wirken kann. Hiezu muss ein tieferer organischer Grund vorhanden sein. Ludwig hat dafür eine geistreiche Erklärung gegeben. Derselbe sagt: „Da die Papille mit leicht ausdehnbarer Flüssigkeit durchtränkt und mit einer unnachgiebigen Hornschicht überzogen ist, so muss die Temperaturveränderung ausdehnende und zusammenpressende Spannung erzeugen. Die mit Tastkörperchen versehenen Papillen werden in diesem Sinne besonders bevorzugt sein, und darum wahrscheinlich auch der Blutgefässe entbehren, wodurch die subjectiven Gefühle abgeschnitten werden, die Begleiter der wechselnden Gefässdurchmesser hätten sein müssen*)." Mit dieser Ansicht stimme ich vollständig überein. Betrachtet man die Gefässbildung bei injizirten Papillen genau, so wird man sich überzeugen, dass meine erste Behauptung, es seien Gefäss- und Nervenpapillen an den Fingern verschieden, vollkommen richtig ist und bleibt. In den wenigen Fällen, wo dies nicht der Fall ist, dringen die Gefässschlingen nie bis zur Höhe des Tastkörperchens ein, sondern bleiben in der Basis oder, wie bei den Zwillingspapillen, es bleibt eine Scheidewand zwischen beiden Gebilden.

Ich habe mir die Frage zu beantworten gesucht, warum die Gefässpapillen die Papillen mit Tastkörperchen ganz allgemein etwas überragen, dieselben meist kranzartig umgeben und wozu überhaupt dieser Gefässreichthum und diese eigenthümliche Anordnung stattfinde. Man wird sich leicht überzeugen, dass gerade diese Einrichtung sehr geeignet ist, die gefässlosen Epidermiszellen, welche zwischen die Papillen eindringen und eine Lage darüber bilden, mit Ernährungsmaterial, mit Plasma zu versehen.

*) Ludwig, Lehrbuch d. Physiologie. I. S. 304.

Zugleich ist die ganze Einrichtung darauf berechnet, die so sehr der Abkühlung unterliegenden Hautflächen mit warmem Blut in Menge zu versehen. Dies war auch nothwendig für die kleinen Nervenapparate, die Tastkörperchen, welche, ohne dass sie (um subjective Gefühle zu verhindern) direct mit Gefässschlingen umsponnen werden sollten, doch der Blutwärme bedurften, um der durch die Abkühlung der Haut hervorgerufenen Abstumpfung des Tastgefühls entgegenzuwirken. Deshalb wahrscheinlich liegen die Tastkörperchen-Papillen überragt und versteckt zwischen den Gefässpapillen. Man sieht es ist hier derselbe Zweck wie bei der Retina erfüllt, die auch von der so höchst gefässreichen Choroidea umschlossen ist, um warm gehalten zu werden. Ueberall, wo empfindliche Nervenenden sind, z. B. in den Retinapapillen (Stäbchen), in den Hörpapillen (Enden des Hör-Nerven in birnförmige Zellen), in den Pacini'schen Körperchen fehlen die Gefässe in unmittelbarster Umgebung der so vulnerablen Nervensubstanz.

Einer der wichtigsten und ich möchte sagen leider fatalsten Punkte ist vom Verf. festgestellt worden; nämlich der, dass die Tastkörperchen beim Menschen auf die Haut der Hände und Füsse beschränkt sind.

Dies ist in der That ein ganz räthselhaftes Verhältniss, wodurch leider der physiologische Werth der ganzen Entdeckung bedeutend vermindert wird.

Hier ist gleich ein Beispiel, wie sehr das Gesetz der Analogie nach subjectivem Ermessen weiter oder enger gezogen werden und dadurch täuschen kann. Ich hatte mit Sicherheit vermuthet, auf den Grund der physiologischen Thatsachen, dass diese Tastkörperchen, deren Grösse, Zahl und Vertheilung an der Hand so schön mit der Feinheit des Tastgefühls parallel geht, über den ganzen Körper würden aufgefunden werden. Ich hatte gegen den Rücken der Hand dieselben sich an Zahl und Grösse verlieren sehen, und da ich sie an den Armen nicht mehr fand, glaubte ich, diess läge an dem mangelhaften Suchen. Ich nahm sofort ein handgrosses Stück der Rückenhaut, gerade um eine Gegend mit recht stumpfem Gefühl zu wählen, durchsuchte mittelst feiner Schnitte eine grosse Parthie und liess den Rest durch einen in mechanischen Fertigkeiten sehr gewandten jungen Künstler, Fr. Küst-

hardt, durchsuchen. Nirgends fanden sich Tastkörperchen, wie ich in der späteren Abhandlung angab*).

Eben so vermuthete ich dieselben an der so empfindlichen Stelle unter dem Nagel, aber vergebens.

Das Merkwürdige ist, dass es bisher gar nicht gelingen wollte, da, wo die Tastkörperchen fehlen, Nervenenden aufzufinden. Gerade am Nagel wäre hiezu eine sehr günstige Stelle, weil hier die Gefässpapillen in hautartige Kämme**) versehmolzen sind und die zwischen den Schlingen befindliehe, ziemlich durchsichtige Substanz ein gutes Object für das Mikroskop ist. Es lag nahe, die mit feinem Tastgefühl versehene Zunge und Lippe darauf zu untersuchen. Meissner glaubte sie in der Zunge gefunden zu haben; darauf beruht die Andeutung in unserem ersten Aufsatz. Später beschrieb sie Kölliker und bildete sie sogar ab***). Auch Corti will sie neuerlich beim Elephanten in der Zunge gefunden haben†).

Damit stehen Meissner's bestimmte Angaben im Widerspruch und wenigstens für die Zunge muss ich ihm unbedingt beistimmen. Vielleicht hat man die Nervenbüschel hier für Tastkörperchen gehalten.

Meissner beschränkt die Tastkörperehen auf Hand und Fuss.

In der Rückenhaut fand ich nur sehr kleine Gefässpapillen, jede mit kurzer einfacher Schlinge; keine Spur von Nerven.

Hier ist nun noch ein grosses, sehr interessantes Feld für die Untersuchung und Entscheidung der Frage, wie endigen die Nerven in der übrigen mit Empfindung und Ortsgefühl versehenen Haut?

Bis jetzt müssen wir annehmen:

1) Alle Qualitäten des Tastgefühls können vorkommen ohne Tastkörperchen.

2) Wo Tastkörperchen auftreten, scheinen sie alle Qualitäten des Tastgefühls zu bedingen.

---

*) Müller's Archiv f. 1842, S. 500.

**) Ebendaselbst. Tab. XIII. fig. 1 und 2.

***) Zeitschrift für wissensch. Zoologie. Bd. IV., Tab. IV., fig. 18. Eine *Papilla fungiformis* mit 2 Tastkörperehen.

†) Ebend. Bd. V. S. 89.

Diese scheinbar sich widersprechenden Sätze können für den Augenblick nicht weiter entwickelt werden.

Hier ist der Ort auch der Pacini'schen Körperchen zu gedenken. Ich gestehe, je mehr ich, wenn auch bis jetzt nur nach wenigen eigenen Untersuchungen, diese Gebilde beim Menschen, bei Säugethieren und Vögeln in Betrachtung ziehe, um so mehr muss ich dieselben mit den Tastkörperchen vergleichen, sie als peripherische Empfindungsorgane betrachten.

Denn was sollen sie sonst sein? Mit motorischen, mit secernirenden Organen stehen sie nie in Verbindung. Es sind entschieden kleine Apparate, welche zur Entfaltung von Nervenfäden dienen. Ihre Lagerung, es ist wahr, stimmt wenig dazu, sie für Tastorgane zu erklären. Aber doch bildet ihr Vorkommen bei den Vögeln unter der Haut, welche sehr empfindlich ist, im Schnabel, in der Zunge keinen Widerspruch dagegen. Im Gekrösse der Katze könnten sie, wie Bergmann mir mündlich äusserte und ich ganz plausibel finde, beim Sprung in Betracht kommen. Ihre Anwesenheit beim Menschen am Pankreas könnte vielleicht mit den Sensationen der Verdauung, der Magenfülle und Leere u. s. w. in Zusammenhang stehen. Man sieht, es fehlen einzelne Anhaltspunkte nicht.

Sehr interessant ist Meissner's Entdeckung der Tastkörperchen bei Affen. Er fand sie bei *Hapale, Cebus* und *Hylobates,* wie beim Menschen, nur kleiner; sie sind auf die Volar- und Plantarfläche beschränkt. Sonst hat sie Meissner bei keinem Thiere gefunden.

Meissner hat im letzten Abschnitt seiner Schrift diese anatomischen Thatsachen physiologisch zu verwerthen gesucht und hier weitere Reflexionen über den Tastsinn angestellt.

Der Verfasser hatte die Güte, mir vor dem Drucke diesen Abschnitt vorzulesen. Ich habe ihm bei einem Hauptpunkt, der zu einer Kontroverse mit Dr. Otto Funke diente*), meine entschiedene Differenz, die im Wesentlichen auf denselben Gründen beruht, welche Funke geltend machte, ausgesprochen und muss

*) In einer Recension von Meissner's Schrift in Schmidt's Jahrbüchern 1853. Bd. 79. S. 346.

auch nach der neuesten Vertheidigung seiner Ansicht von Seite Meissner's *) auf meiner Meinung beharren. Was Meissner „einfache Tastempfindung“ nennt, kann ich für nichts anderes, als Druckempfindung halten.

Ein beträchtlicher Theil von Meissner's Bemerkungen beruht auf einer zum Theil widerlegenden Bespreehung über E. H. Weber's Empfindungskreise in der Haut. Hier stützt sich der Verfasser wesentlich auf Lotze's geistreiche Exposition der Lehre von der Ortsempfindung.

Es würde mich zu weit führen, wenn ich auf diese Punkte ebenfalls eingehen wollte. Doch will ich bekennen, dass auch mir noch einige Verhältnisse in E. H. Weber's Erklärungen dunkel sind. Eben so aber möehte ich hier aussprechen, dass Lotze's Theorie der „Lokalzeichen“ mich für die physiologisch-psychologischen Vorgänge bei der Ortsempfindung nicht vollkommen befriedigt. Hier zunächst auf das schwierige Gebiet der Psychologie einzugehen, nehme ich Anstand. In dem Zusatz zu einer folgenden Abhandlung über die Elementar-Organisation des Gehirns werde ich wenigstens auf einige Punkte der hier sich anknüpfenden so höehst schwierig zu beantwortenden, aber auch höchst interessanten Fragen zurückkommen.

---

*) Henle und Pfeufer's Zeitschrift f. rationelle Medizin. Neue Folge. Bd. IV. S. 260.

Neurologische Untersuchungen.

Sechste Fortsetzung.

(Der Königl. Societät der Wissenschaften im Auszuge vorgelegt den 31. März 1853.)

Unter den Untersuchungen, welche mich im Laufe des letzten Semesters von Mitte October bis Anfang März fast ununterbrochen beschäftigten, nahm die Fortsetzung der mikroskopischen und experimentellen Forschungen über das Nervensystem die erste Stelle ein. Mit besonderer Freude muss ich anerkennen, dass ich mich kaum jemals auf dem physiologischen Institute so anhaltend von jüngeren Kräften unterstützt fand. Herr Dr. Martin aus London, Herr Husson aus Brüssel, Herr Colaço-Belmonte aus Surinam und Herr Lang aus Schaffhausen haben bei den meisten der im Nachfolgenden mitgetheilten Untersuchungen nicht nur mitgewirkt, sondern einen Theil derselben auch unter meiner Leitung selbstständig verfolgt. In der letztern Zeit hatte auch Herr Dr. Meissner sich bei mehreren derselben, namentlich bei den mikroskopischen Untersuchungen über den Bau der *lobi medullae spinalis* bei dem Karpfen und über das Gehörorgan betheiligt. Eben so hatte Herr Dr. Schrader an allen Forschungen, welchen in der Regel täglich zwei bis drei Stunden gewidmet worden sind, regelmässig Antheil genommen.

Eine der Aufgaben, welche wir am beharrlichsten verfolgten, war diejenige, die Endigung der Nerven, insbesondere der sensitiven und der in den Secretionsorganen (Drüsen) sich verbreitenden zu erforschen. Ich hielt es für besser, hier weniger extensiv zu verfahren, d. h. keine allzu grosse Anzahl von Orga-

nen und Geweben zur Durchforschung zu wählen, als vielmehr gewisse Stellen recht oft und anhaltend der Untersuchung zu unterwerfen und zwar solche, welche entweder von vorne herein wegen ihrer Structur eine bessere Ausbeute versprachen oder ein vorvorzugsweises physiologisches Interesse gewährten.

Wir wählten daher vorzüglich den Zahnkeim *(Pulpa dentis)*, die Zunge und das Gehörorgan zur Untersuchung der Endausbreitung der Nerven, möglichst frisch, mit oder ohne Anwendung von Reagentien.

Was die *Pulpa dentis* betrifft, so dienten vorzüglich Hund und Kalb (auch der Mensch) zur Untersuchung. Beim Hund ist das Object am durchsichtigsten. Es kommen überall freie Endungen, aber auch ein System von Schlingen vor. Diese scheinen jedoch entschieden überall nicht die Enden zu bilden, sondern in den Endplexus so zu sagen wieder unterzutauchen, um an einer anderen Stelle in freie Enden überzugehen. Einzelne Primitivfasern sind wirklich durch mehrere Schlingen zu verfolgen. Obwohl die Convexität des Schlingenbogens meist gegen die Zahnkrone gerichtet ist, also die Gegend wo die Nerven vorzugsweise enden, so bleiben die Schlingen doch immer noch hinter den freien Enden liegen und zuweilen sind die Convexitäten der Schlingen auch gegen die Zahnwurzel gerichtet. Theilungen der Primitivfasern sind selten.

Was die Zunge angeht, so wurde vorzüglich die Zunge des Frosches, des Kalbs und des Menschen untersucht. Hier kommen nirgends Endschlingen vor. Auch in der Froschzunge, wo Gerlach noch neuerdings so deutliche Endschlingen wahrnimmt, glaubten wir überall dies für eine Täuschung halten zu müssen. Allerdings treten in der Regel 2—4 dunkelcontourirte Primitivfasern zwischen den beiden Schenkeln der Gefässschlinge empor, biegen sich auch öfters hakenförmig um. Das Verschmelzen ist aber stets nur scheinbar. Bei scharfer Einstellung gelingt es immer, eine blosse Uebereinanderlagerung und also nur scheinbare Schlingenbildung von je zwei Primitivfassern nachzuweisen. Die doppelten dunklen Contouren endigen wie es Waller ganz richtig angegeben hat, plötzlich, und es zeigt sich hier beim Betrachten des Endes der Fibrille jener räthselhafte runde Fleck im Centrum, welcher seiner Stelle nach dem Axencylinder entsprechen würde.

Zuweilen scheint es aber deutlich, als setzte sich die Fibrille marklos fort. — Sonst habe ich die *papillae filiformes* und *fungiformes* nach der Waller'schen Methode durch die nicht besonders schmerzhafte Excision mit einer feinen Cooper'schen Scheere an der eigenen Zunge untersucht. Nirgends fand ich Tastkörperchen ähnliche Gebilde; die Fibrillen zum Theil sehr zahlreich, büschelförmig und meist um die Hälfte ihrer Dicke verjüngt (wohl durch Theilung.) Dazwischen befinden sich sparsam einzelne dickere (ob motorische?) Fibrillen. Sie scheinen in blasse sogenannte marklose Fasern, ohne je Schlingen zu bilden, überzugehen. In der Regel sind sie (so auch beim Kalb) lange vor dem Aufsitzen des Epitheliums nicht mehr zu verfolgen. Sonst sieht man in der Kalbszunge in den Nervenbündeln diese unter der Schleimhaut zahlreichen Theilungen der Primitivfasern mit Einschnürungen.

Die Nerven des Labyrinths haben wir vorzugsweise an Fischen (Hecht und Karpfen) und Vögeln (Tauben, Gänsen und Passerinen) untersucht, nur wenig von Säugethieren (Hunden und Kaninchen), gar nicht beim Menschen. Die Erforschung der Verhältnisse des letzten Verlaufs und der Endigung der Nerven ist mit ausserordentlichen Schwierigkeiten verbunden, vorzüglich, weil die Primitivfasern in so verschiedenen Ebenen verlaufen. Es ist jedoch sicher eine grosse Uebereinstimmung des Bau's bei allen Wirbelthierklassen vorhanden. Es ist ein doppeltes, vielleicht dreifaches Verhältniss der Fasern zu unterscheiden und zwar kehrt dies Verhältniss wahrscheinlich im Vorhof und an den drei Ampullen, sowie den der Schnecke entsprechenden Nervenausbreitungen bei den Vögeln ziemlich gleichmässig wieder. Es ist 1) ein System der anscheinend frei endigenden Fasern vorhanden. Die breiten, doppelt contourirten Fibrillen spitzen sich zu und gehen in viel dünnere, blassere Fasern, meist von geradem gestrecktem Verlauf über. Diese blassen Fasern bestehen aus einem das Licht röthlich brechenden Axencylinder von einer äusserst blassen Scheide umgeben. Diese feinen Fasern werden dann in ihrem Verlaufe wieder häufig varikös und bekommen den Charakter von Hirnnervenfasern. Sie gehen deutlich über das zweite nun zu beschreibende System von Schlingen hinaus. 2) Dies sind die bekannten, vielfach beschriebenen bogenför-

migen Schlingen aus breiten contourirten Fibrillen gebildet. Es gelang nicht, diese Schlingen in ihrem Verlaufe zu verfolgen und zu entscheiden, ob dieselben nur scheinbar sind oder ob dieselben wirkliche Terminalschlingen darstellen. 3) Ein System von feinen, ziemlich dunkelcontourirten vielfach verzweigten Fibrillen, welche höchst wahrscheinlich alle zu terminal aufsitzenden Ganglienzellen führen. Wie diese drei verschiedenen Systeme von Fibrillen untereinander verbunden sind, konnte nicht ermittelt werden. Allgemein sind aber wohl im *Vestibulum* gruppenweise Anhäufungen von Ganglienzellen vorhanden, deren Kerne und Kernkörperchen nur in manchen Fällen schön und deutlich zu sehen sind. In der Regel glaubt man einen Haufen apolarer Ganglienzellen vor sich zu haben; so erscheinen sie auch einzeln bei der Zerfaserung. In glücklichen Fällen aber gelingt es mit Sicherheit, die verästelten Fasern (System Nr. 3) bis zu den Ganglienzellen zu verfolgen, welche an deren Enden wie Birnen an ihren Stielen sitzen. So gelang es auch namentlich einmal in einem von Dr. Meissner aufgestellten Präparate beim Karpfen. Ob bipolare Zellen des Labyrinths vorkommen, ist mir zweifelhaft geblieben. In einigen Präparaten erscheinen einzelne Ganglienzellen an beiden Enden mit spindelförmigen Verlängerungen, was möglicherweise bipolare gewesen sind.

Soll ich aus allen gewonnenen Anschauungen ein provisorisches Resultat ziehen, so glaube ich, dass die vom Gehirn entspringenden Hörnerven vor dem Eintritte in's Labyrinth aus Primitivfasern bestehen, in deren Verlauf allgemein und mehrfach Ganglienzellen (also bipolare) eingeschoben sind; dass dann diese Fasern vielfache Endplexus mit Schlingenbogen bilden, sodann in dünne, blasse (sogenannte marklose) Fasern übergehen, sich jetzt verästeln und dass am Ende jedes Astes eine Ganglienzelle aufsitzt. Diese unipolaren Ganglienzellen würden aber als die Enden von den Nervenprimitivfasern zu betrachten sein. Kurz, es scheint mir eine gewisse Analogie mit der Anordnung der Retina, wie sie neuerlich von H. Müller beschrieben und von Kölliker bestätigt worden ist. Wie wir denn auch bei unseren desfallsigen Untersuchungen an Chromsäurepräparaten der Retina Anschauungen er-

hielten, welche mit denen der letztgenannten Beobachter übereinstimmen.

Die Untersuchung der letzten Enden des Hörnerven im Labyrinthe ist eine höchst schwierige, dürfte aber doch auch eine höchst lohnende sein, wenn ein fleissiger Beobachter mehrere Monate ausschliesslich dieser Forschung sich zuwenden will. Ich empfehle zunächst einen Fisch und zwar den Hecht, dann einen Vogel und zwar die Taube, wo die Theile, namentlich die Membranen und die Ganglienzellen hinreichend deutlich sind. Bei der Gans ist Alles zu dunkel, bei den kleineren Vögeln, z. B. Sperlingen, sind die Ganglienzellen zu blass. Ist die Anordnung, wie ich vermuthe, bei einem Wasserthiere (Hecht) und einem Vogel (Taube) im Wesentlichen gleich, so erlaubt die Analogie eine Folgerung auf alle Wirbelthiere. Ich kann nicht glauben, dass die Ganglienzellen im Labyrinth des Menschen fehlen sollen, obwohl Kölliker ihrer in seinem neuesten Lehrbuche*) mit keinem Worte erwähnt. Bei den Kaninchen sind sie deutlich vorhanden.

Was die Drüsen betrifft, so wurde fast nur die Thränendrüse des Menschen und einiger Thiere, sodann die Parotis, auf die Endausbreitung der Nerven verfolgt, weil diese am meisten Erfolg versprechen. Indess gelang es nicht, zum Ziel zu kommen; nur so viel scheint sicher, dass alle Schlingen bloss scheinbar sind. Immer liessen sich solche Schlingen auflösen und ergaben sich stets als Plexusbildungen, nie als Terminalschlingen; Theilungen wurden beobachtet.

Die Untersuchungen der Muskelnerven boten nichts Neues. Die Versuche, die Endausbreitung der Nerven im Herzen zu finden, misslangen fast immer. Nur einmal gelang es Dr. Martin, ein wunderbares Präparat vom Herzen des Hechts aufzustellen, wo man die freien dichotomischen Endtheilungen in die feinsten Endspitzen auslaufen sah. Ein Bündel von 10—12 Primitivfasern liess sich auf diese Weise auflösen.

Gestützt auf neue zahlreiche Anschauungen wage ich jetzt den Ausspruch, dass nicht bloss die motorischen, sondern

*) Handbuch der Gewebelehre. Leipzig 1852. Krause gedenkt ihrer.

auch die sensiblen und sogenannten trophischen Primitivfasern sich vielfach theilen, niemals Endschlingen bilden und dass die freie Endigung der Nervenfibrillen ein allgemeines Gesetz ist, wobei die letzten Ausläufer entweder an Elemente des Gewebes oder, wie es scheint, in manchen Fällen an Ganglienkörper oder sonstige Endknospen (Stäbchen, Tastkörperchen, Endknöspchen in den Paeinischen Körpern u. s. w.) sich ansetzen.

Was die Ganglienzellen der Centraltheile betrifft, so wurden diese zwar wiederholt untersucht, ohne jedoch verbesserte Methoden oder neue Anschauungen gewinnen zu lassen. Häufig wurden die Fortsätze der Ganglienzellen aus den Ganglien des sympathischen Nerven mit den Fortsätzen der multipolaren aus Gehirn und Rückenmark verglichen, und alle Beobachter des Instituts stimmten darin überein, dass beide die grösste Aehnlichkeit im Ansehen haben.

Von der höchsten Wichtigkeit war mir die mikroskopische Analyse der grossen *lobi vagi* bei den Cyprinen gewesen, welche das contractile Organ am Gaumen beherrschen. Zahlreiche Experimente belehrten mich, dass diese unsern Versuchen so leicht zugänglichen Hirnlappen sich zu ihrem peripherischen Organe so verhalten, wie die elektrischen Lappen zu den elektrischen Organen bei *Torpedo*, und dass sie uns in dieser Hinsicht die Experimente der letzteren in gewisser Weise ersetzen können. Ich muss hier principiell grosse multipolare Ganglienzellen, deren Fortsätze theils in Primitivfasern übergehen, theils zur Verbindung der Ganglienzellen untereinander dienen, wie bei *Torpedo* vermuthen*). Aber die angestrengteste Untersuchung mit und ohne Chromsäure u. s. w. bei *Cyprinus carpio* und *Tinca chrysitis* liess uns keine klaren Anschauungen gewinnen. Es zeigten sich zahlreiche kernähnliche Gebilde, um welche sich feinkörnige Masse in beträchtlicher Menge gruppirt, ohne dass es gelang, dieselben in Hüllen eingeschlossen oder scharf abgegrenzt mit isolirten Fortsätzen wahrzunehmen. Nur

*) Vgl. diese Nachrichten 1851, Oct. 20. Die seitdem publicirten Abbildungen nach Zeichnungen von Billroth und Meissner in Triest s. in der neuen von Ecker besorgten Ausgabe der Icones physiologicae Tab. XIV.

einmal fand Dr. Meissner deutliche grössere multipolare Ganglienzellen, wie ich dies in einem zweiten Falle ebenfalls sah.

Bei dem ausserordentlichen Interesse, welches die elektrischen Fische gewähren, mag es noch gestattet sein, hier einer Untersuchung zu gedenken, welche auf meine Veranlassung Herr Dr. Marcusen aus St. Petersburg im letzten Sommer in Cairo an *Malapterurus electricus* anstellte. Herr Dr. Marcusen hatte in Damascus in einem der von mir publizirten physiologischen Briefe gelesen, dass es mein Wunsch sei, nach Cairo zu reisen, um an den elektrischen Nilfischen Untersuchungen anzustellen. Derselbe erbot sich in einem Briefe von Alexandrien freundlich die nöthigen anatomisch-mikroskopischen Beobachtungen anzustellen, wenn ich ihm bestimmte Fragen stellen wollte. Dies geschah von mir; aber die Antwort von Cairo ging leider verloren. Herr Dr. Marcusen war dann so gütig in einem zweiten Briefe aus St. Petersburg vom $\frac{22.\ \text{November}}{4.\ \text{December}}$ vor. Jahres mir die Hauptresultate mitzutheilen. Da jedoch diese Untersuchungen später ausführlicher in den Acten der Petersburger Akademie der Wissenschaften mitgetheilt werden sollen, so mag es genügen, nur eines der uns hier interessirenden Hauptresultate mitzutheilen, welches ein Factum von grosser Wichtigkeit betrifft. Nach den Darstellungen von Pacini und nach meinen eigenen Untersuchungen an Weingeistexemplaren von *Malapterurus electricus*, welche ich der Güte Pacini's verdanke, hatte es nämlich etwas höchst Räthselhaftes, dass der eigentliche elektrische Nerv, welcher vom obersten Ende des Rückenmarks entspringt, mit einem sehr starken Ganglion versehen war*). Da nun bei *Torpedo* gerade die völlige Abwesenheit von Ganglien das Charakteristische der elektrischen Nerven ist; ich überhaupt an elektrischen und motorischen Nerven — mit einziger Ausnahme der Kiemenmuskelnerven, wo aber auch die motorischen Fasern keine Combinationen mit den Vagusganglien eingehen, sondern nur vorbeitreten — niemals Ganglien fand, so war mir das grosse Ganglion des elektrischen Nerven beim Zitterwels

*) Vgl. diese Nachrichten vom 18. Dec. 1848. Der Hauptnerve für das elektrische Organ entspricht dem ersten Rückenmarksnerven. Aehnlich aber wie bei Torpedo entspringt für den anderen Theil des elektrischen Organs beim Zitterwels ein Zweig mit dem Systeme des *vagus*.

stets höchst anstössig. Herr Dr. Mareusen fand nun: „dass man den elektrischen Nerven von diesem Ganglion ganz isoliren kann und dass das Ganglion mit einem andern Nerven zusammenhängt.“ Der elektrische Nerv entspringt aus dem Rückenmark; sein Verhältniss zu den Wurzeln ist aber höchst schwierig zu ermitteln. Da Dr. Mareusen selbst über die Unvollständigkeit der Untersuchung klagt, mit bedingt durch die Schwierigkeit, sich bei der Hitze frische Thiere zu verschaffen; da die Untersuchung überhaupt nichts weniger als leicht ist, und Dr. Bilharz in Cairo, dem wir so schöne helminthologische Untersuchungen verdanken, die von Mareusen begonnene Arbeit unter günstigeren Verhältnissen fortsetzen wird, so will ich der übrigen obwohl interessanten, doch nur fragmentaren brieflichen Mittheilungen Mareusen's nicht weiter gedenken, in der Hoffnung, dass wir bald vollständigere Berichte erhalten.

Was die Experimentaluntersuchungen über die Innervationserscheinungen betrifft, so stellte ich mir die Aufgabe, alle einzelnen Nervenprovinzen, so weit sich dieselben auf Bewegungen beziehen, successive in der Reihe der Wirbelthiere einer vergleichenden Analyse zu unterwerfen.

Um zu wissen, wie weit man die Schlüsse aus der Analogie in diesem Gebiete ausdehnen darf, ist eine solche methodische Untersuchung unter steter Controle der Anatomie durchaus nothwendig. Es fragt sich dabei, in wie weit entsprechen sich in der Thierreihe morphologische und physiologische Aequivalente?

Vor der Hand scheint es am passendsten, aus den einzelnen Wirbelthierklassen bestimmte Thiere als Repräsentanten zu wählen. Wir benützten hier zunächst: Hund und Kaninchen, Taube und Gans, den Frosch, den Hecht und Karpfen und nur ausnahmsweise andere Arten.

Bei der grossen Breite der gewählten Grundlage und bei der zu Resultaten aus allen solchen Versuchen erforderlichen grossen Zahl von Beobachtungen, konnten in diesem Winter nur fragmentare Ergebnisse erlangt werden, über welche ich hier einige Mittheilungen geben will.

Das was wir kleines Gehirn *(Cerebellum)* nennen, ist ein in der ganzen Wirbelthierreihe durch Lagerung und Verbindung sich

gleich bleibendes morphologisches Aequivalent; es ist aber nichts weniger, als ein sich überall entsprechendes physiologisches Aequivalent.

Die Entfernung des kleinen Gehirns bei den Vögeln bringt die bekannten Störungen des Gleichgewichts und den Verlust der Gangbewegungen hervor. Diese Erscheinungen sind bei den verschiedenen Vögeln ganz constant.

Wenn man den Fischen das kleine Gehirn wegnimmt, die Schädelöffnung zum Schutz vor Eindringen des Wassers mit in Oel getränkter Baumwolle verschliesst und sie hierauf in einen Wasserbehälter setzt, erscheinen die Bewegungen anfangs etwas geschwächt. Dann aber stehen sie und bewegen sich auf Reize im Wasser normal und das Gleichgewicht erscheint nirgends gestört.

Nur eine physiologische Uebereinstimmung fand ich am kleinen Gehirn durch die ganze Wirbelthierreihe. Es ist kein Reflector. Bei vorsichtiger Verletzung desselben traten niemals Zuckungen ein.

Dagegen verhält sich das verlängerte Mark durch die ganze Wirbelthierreihe vollständig als morphologisches und physiologisches Aequivalent.

Was die einzelnen Nerven betrifft, so wurde z. B. der Einfluss des *vagus* auf die Herzbewegung studirt.

Der bekannte Weber-Budge'sche Versuch des Stillstands des ganzen Herzens in der Diastole durch magneto-elektrische Reizung des *vagi* in ihrem Ursprung oder Verlauf gelingt nirgends schöner, als bei den Fischen. Bringt man z. B. beim Hecht die Vaguswurzeln in die Kette, so steht das Herz wie durch Blitzschlag 2, ja 3 Minuten und darüber völlig stille. Weniger lang und weniger vollkommen gelingt dies z. B. bei den Säugethieren. Der *vagus* erschöpft sich früher, hier und da wird der Stillstand durch neue einzelne Contractionen unterbrochen. Bei Vögeln dagegen gelingt es fast niemals auf die intensivste Reizung der *vagi* das Herz zum Stillstand zu bringen, höchstens auf 2—3 Sekunden. Nur eine Verlangsamung der Bewegung tritt ein. Constant ist aber bei allen Wirbelthieren die Erscheinung, dass das Herz nach Entfernung der Elektroden unmittelbar viel rascher

schlägt, bis es dann wieder den normalen Rhythmus erlangt. Dies ist aber sehr verschieden in den einzelnen Klassen. Kommt z. B. bei den Fischen im normalen Gange ein Schlag auf 3—6 Sekunden, so erfolgen dagegen 3 — 4 Schläge in den ersten Sekunden nach Lösung der Kette. Bald aber tritt das gewöhnliche gravitätische Tempo wieder ein. Bei den Vögeln aber, wo der Herzschlag ohnedies bei geöffnetem Unterleib und Entblössung des Herzens vom Herzbeutel kaum zählbar ist, geräth dasselbe in eine dermassen rasch vibrirende Bewegung nach Entfernung der Elektroden, dass die Schläge unzählbar werden und in diesem Tempo länger beharren.

Mannichfaltige Versuche wurden insbesondere bei Säugethieren und Fischen gemacht, sowohl um die Einflüsse von lokalen Reizen auf Typus und Rhythmus der Herzbewegungen zu studiren, als um die Nervenprovinzen ausserhalb des Herzens, welche dasselbe afficiren, kennen zu lernen. Es wurden die Stannius'schen Unterbindungsversuche wiederholt (bei Fröschen und Fischen). Ebenso versuchten wir bei Säugethieren (und Fischen, z. B. grossen Hechten) zugleich das Kymographion, auch das Stethoskop mit in Anwendung zu bringen, um das offenbar höchst störende Moment der Blosslegung des Herzens zu vermeiden. Aber die Schwierigkeiten sind hier wieder aus anderen Gründen so gross, dass die Resultate nur unvollständig ausfielen.

Gleichwohl möchte ich zum Studium der uns in vieler Hinsicht so räthselhaften und bisher der angestrengtesten Bemühungen spottenden Herzbewegungen vorzugsweise die Fische empfehlen. Unter den einheimischen Fischen eignet sich der Hecht am besten; noch besser würde freilich der Rochen sein.

Auch hier zeigen sich schon bei oberflächlichen Versuchen Verschiedenheiten selbst unter den kaltblütigen Wirbelthieren. Hat man z. B. das Herz des Hechts unter dem Dubois'schen Elektromotor zum Stillstand gebracht und kneipt an irgend einem beliebigen Punkt der Herzkammer mit der Pincette, so contrahirt sich dieselbe einmal stark und bleibt dann wieder stehen (Bestätigung des Bidder'schen Versuchs beim Frosch). Kneipt man nun die Vorkammer unter gleichen Verhältnissen, so contrahirt sich nicht

nur diese, sondern sofort aueh die Herzkammer (also Niehtbestätigung der Bidder'sehen Verhältnisse beim Frosch *).

In grösserer Ausdehnung und unter mehrfaeher Variation wurden die so interessanten Budge-Waller'schen Versuehe über den Einfluss des Halstheils des Sympathikus auf die Bewegung der Iris und die Erregung der Erweiterung der Pupille von einer bestimmten Stelle im Rückenmark aus wiederholt.

Die Versuehe wurden an einer Anzahl von Kaninchen und Hunden angestellt. Bei den ersteren sind die Resultate reiner und sieherer wegen des getrennten Verlaufs von *vagus* und *sympathicus* am Halse, welehe bekanntlich beim Hunde enge verbunden sind. Eine vollkommene Trennung beider am lebenden Hunde ist ohne bedeutende Zerrung beider Nerven nicht auszuführen. Die Versuche gelingen eben so wohl bei ätherisirten Thieren, als ohne Anwendung des Aethers.

Die Resultate unserer Versuche waren vollkommen bestätigend für die Budge-Waller'schen Angaben. Auch experimentirte ich unter Verhältnissen, welche die von Volkmann neulich dagegen geäusserten Bedenken völlig beseitigen.

Die äusserst starke Erweiterung der Pupille von Durchschnittsflächen des Rüekenmarks aus, welche in die Gegend der untersten Hals- und obersten Rückenwirbel fallen, durch Reizung magneto-elektrischer Apparate, ist eine eonstante, fast niemals (unter 10 Fällen kaum einmal) ausbleibende Erscheinung. Wir haben unter Verhältnissen experimentirt, welche keinen Einwurf gestatten. Nieht nur wurden öfters zwischen die Durchsehnittsflächen des Rüekenmarks Glasplättchen eingeschoben oder zollgrosse Stücke des Rückenmarks ausgeschnitten, sondern es wurde in der Regel später immer in folgender Weise experimentirt. Zuerst wurden *vagi* und *sympathici* aufgesucht, Streifen von Gutta-Percha untergeschoben, dann zwisehen Weichtheile am Hals und Wirbelsäule breite mehrfache Bänder von Gutta-Percha eingebracht, die ganze Wirbelsäule und das Rückenmark mit der Knochenscheere an verschiedenen Stellen durchschnitten; es wurden auch die Weichtheile

*) Vgl. F. Bidder über functionell verschiedene und räumlich getrennte Nervencentra im Froschherzen. Müller's Archiv f. 1852. S. 106.

am Hals bis auf die zu prüfenden Nerven einer oder beider Seiten durchschnitten, so dass Kopf und Rumpf nur durch die zu prüfende Nervenbahn verbunden blieben. Erst dann wurde der Rumpftheil des Rückenmarks gereizt. Immer war der Erfolg der vorauserwartete, wenn auch dem Grade nach verschieden, was zum Theil von der Oertlichkeit der gewählten Stelle im Rückenmark abhing. Ich halte diesen Versuch für einen der schönsten und siehersten, um den Ursprung vieler sympathischer Fasern vom Rückenmark nachzuweisen. Dass alle motorischen, in der Bahn des Sympathicus zur Iris verlaufenden Fasern vom Rückenmark entspringen, lässt sich natürlich durch diesen Versuch nicht erweisen. Aber jedenfalls ist es merkwürdig, dass sich in der Regel eine stärkere Erweiterung der Pupille von der Gegend der oberen Rückenwirbel, als der unteren Halswirbel hervorrufen lässt, dass ferner der Effect häufig vom Rückenmark aus stärker ist, als durch unmittelbare Reizung des Stammes des *sympathicus* am Halse.

Indess ist es richtig, dass schon eine mechanische Reizung des *ganglion cervicale supremum* beim Kaninchen mit der Pincette Erweiterung der Pupille hervorruft. Der *vagus* ist ohne Einfluss auf das Auge.

Höchst merkwürdig aber war uns eine auf magneto-elektrische Reizung des *sympathicus* eintretende constante Bewegung des *bulbus oculi*, welche selbst 10—20 Minuten nach dem Tode, nach Durchschneidung des Rückenmarks, nach vorgenommener Trennung des *opticus, oculomotorius, abducens* und *trochlearis* (aber auch wenn diese mit dem Auge verbunden blieben), und nach vollständiger Enthirnung eintritt. Unter dem Einfluss der discontinuirlichen Ströme fängt der *bulbus oculi* an sich langsam zwischen den geschlossenen (oder offenen) Augenliedern unter gleichzeitiger Erweiterung der Pupille hervorzuheben. Zugleich scheint die Hornhaut convexer zu werden. Die senkrechte Erhebung des *bulbus* schätze ich bei Kaninchen und Hunden auf 2—4 Millimeter. Genauere Messungsversuche mittelst Fühlerhebel unter Beihülfe der Herren Listing und Staedeler misslangen bisher. Eben so langsam sinkt der *bulbus* wieder zurück. Das Sonderbare ist, dass die Bewegung dem Ansehen nach ganz derjenigen gleicht, wie sie

bei magneto-elektrischer Reizung organischer Muskeln einzutreten pflegt, d. h. es vergeht eine messbare Zeit bis sie eintritt, aber die Bewegung überdauert den Reiz. Sie ist ganz verschieden von der Bewegung, welche am *bulbus* eintritt, wenn man den *oculomotorius* magneto-elektrisch reizt, wo bei der tetanischen Erregung der Augenmuskeln doch immer nur Tremuliren des Bulbus eintritt und die ganze Bewegung den Charakter derjenigen der quergestreiften Muskeln hat.

Auf welche Weise kommt jenes Hervortreten des Bulbus zu Stande? Eine andere hier wirkende Kraft als eine von den beiden *mm. obliqui* ausgehende ist kaum denkbar. Dies sind aber doch quergestreifte Muskeln, und wie empfangen dieselben erregende Fasern vom Sympathicus?

Dieses von uns selbstständig beobachtete Phänomen ist indess, wie ich vor Kurzem erfuhr, bereits von Bernard geschen worden, welcher der *Société de biologie* darüber Mittheilungen machte, deren ausführliche Veröffentlichung zu erwarten ist *).

Von höchstem Interesse würden über viele am Auge vorkommenden Erscheinungen Versuche von den drei Wurzeln des *ganglion ciliare* aus sein. Ich bezweifle aber, dass sie jemals durchführbar sind. Denn bis man die mühsame Präparation und die noch schwierigere sichere Isolation der Wurzel machen kann, wird die Reizbarkeit immer erloschen sein.

Noch einer merkwürdigen Erscheinung mag hier gedacht werden. Während ich nämlich in Bezug auf das Herausheben des Bulbus immer constante Resultate erhielt, fand ich ein paar mal individuelle Abweichungen bei Kaninchen in Bezug auf Erweiterung der Pupille. Zuweilen nämlich erweitert sich die Pupille auf der einen Seite nicht auf Reizung des Sympathicus, wohl aber, wenn auch in nicht hohem Grade, auf Reizung des *vagus*, der sonst ohne Einfluss ist. Einmal fand ich nur beim linken Sympathicus Erweiterung, nicht beim rechten. Ein zweites Mal war das Ver-

*) Ich hatte von unsern Beobachtungen bereits Mittheilungen an sachkundige Collegen, Herrn Ruete in Leipzig und Volkmann in Halle gemacht, ehe ich die kurze Notiz von Bernard in den Blättern der Gazette médicale von Ende Januar fand.

hältniss gerade umgekehrt. Sollten zuweilen Fasern aus dem Rükkenmark streckenweise in die Bahn des *vagus* treten und dann später erst wieder in die Bahn des Sympathicus eingehen? Vom *ganglion cervicale supremum* aus gelang es in einem solchen Falle auf beiden Seiten Erweiterung der Pupille zu erzielen.

Auf Durchschneidung des Sympathicus der entsprechenden Seite tritt dann in der Regel constant allmälig Verengerung der Pupille ein, welche aber da ausblieb, wo keine Erweiterung durch den Rotationsapparat hervorgerufen werden konnte.

Schliesslich will ich noch bemerken, dass wir im Februar d. J. eine Anzahl wohlgelungener Brüteversuche machten. Ich überzeugte mich dabei wiederholt auf das sicherste, dass der Typus und Rhythmus der Herzbewegung beim Hühnchen vor dem 4ten Tage sich vollständig ausbilden, während noch keine Spur von genuinen Muskelfasern und von Nervensubstanz vorhanden ist, sondern zu einer Zeit, wo das Herz noch ein durchaus häutiger Schlauch ist, dessen Membranen nur undeutlich aus verschmolzenen Zellen gebildet zu sein scheinen. Dieses für die Herzbewegung „kolossale“ Factum halte ich für völlig feststehend und ich kann hiemit meine früheren Angaben*) bestätigen.

---

*) Vergl. diese Nachrichten vom 21. Oct. 1850.

Späterer Zusatz.

Was den letzten Theil dieses kleinen Aufsatzes betrifft, so vergleiche man die Mittheilungen von Bernard, welche jedoch bis jetzt nicht weiter veröffentlicht zu sein scheinen, als in einer kurzen Notiz in der Gazette médicale en 1853 p. 74, nach einem Vortrag in der Soeiété de Biologie, Nov. 1852. Nachdem Bernard von dem Einfluss des Sympathicus auf die Pupille gesproehen hat, heisst es weiter:

„Mais les effets que produit la section de la portion céphalique du grand sympathique sont loin d'être limités à la pupille. Depuis plusieurs années, en effet, je montre dans mes cours que cette section amène en outre du resserrement de la pupille, des dèsordres excessivement multipliés, savoir:

1) Un resserrement de l'ouverture palpébrale, et en mêmc temps une déformation de eette ouverture, qui devient plus elliptique et plus allongée.

2) Une rétraetion du globe oculaire vert le fond de l'orbite, rétraction que fait saillir la troisième paupière qui vient se placer au devant de l'oeil.

3) Un rétrécissement plus ou moins marqué des narines et de la bouche du côté de la section.

4) Une activité beaucoup plus grande de la eireulation dans toutes les parties du côté de la faee correspondant à la section, et comme suite, une augmentation considérable de la caloricité dans ces parties.

Ces derniers résultats ont été déjà publiés, au moins en partie.

Tous ces phénomènes tiennent à la section de la portion céphalique du grand sympathique ou à l'ablation du ganglion cervical supérieur, car ils apparaissent inmédiatement à la suite de l'une ou l'autre de ces deux opérations. Le galvanisme produit des effets diamétralement opposés. Si on galvanise le bout supérieur du grand sympathique divisé, tous les phénomènes qui ont dû se produire changent de face: la pupille s'élargit, l'ouverture des paupières s'agrandit. L'oeil fait saillie hors de l'orbite; d'active qu'elle était, la circulation devient faible; la conjonctive, les narines, les oreilles, qui étaient rouges, pâlissent."

In Bezug auf die Endigung der Nerven im Labyrinth habe ich nachträglich zu bemerken, dass neuerdings Kölliker auch in der Schnecke des Menschen und der Säugethiere Endigung der Nervenprimitivfasern in terminale Ganglienzellen beobachtet hat, wie ich sie oben aus dem Fisch beschrieben habe.

Ueber die Elementar-Organisation des Gehirns.

(Als Fortsetzung der neurologischen Untersuchungen der Königlichen Societät der Wissenschaften im Auszuge vorgelegt den 16. Januar 1854.)

Die meisten Physiologen stimmen darin überein, dass die bisherigen rohen (jedoch wohl zu entschuldigenden und leider noch nicht entbehrlichen, daher auch nicht, wie es jetzt mehrseitig geschieht, mit einem unbedingten Anathem zu belegenden) Methoden, am Gehirne lebender Thiere zu experimentiren, nur höchst dürftige und zweifelhafte Aufschlüsse über die Functionen der einzelnen Abtheilungen des Gehirns gegeben haben und dass das Haupthinderniss jedes Fortschritts auf diesem Gebiete zunächst in der höchst mangelhaften anatomischen Kenntniss der Centraltheile des Nervensystems besteht. Eine physiologische Anatomie des Gehirns fehlt noch gänzlich.

Die Fragmente, welche wir bis jetzt erlangt haben, so dürftig sie auch sein mögen, sind gleichwohl die Ergebnisse eines ausserordentlichen Aufwands vieler ausgezeichneter Forscher an Zeit und Mühe nach folgenden Methoden: 1) Die Methode der massenhaften wagrechten und senkrechten Durchschnitte vom grossen Gehirn aus, welche von Vesal bis auf Vicq d'Azyr und Sömmerring die einzige und noch jetzt für den ersten Vortrag in der Anatomie die allgemein übliche ist. 2) Die Methode vom Rückenmark aus, insbesondere mittelst künstlicher Härtung die Faserung des Gehirns zu verfolgen, welche von Gall und Spurzheim, von Reil und Burdach ausgebildet wurde. 3) Die Methode, vom Rückenmark aus, mittelst sehr dünner Durchschnitte

in verschiedener Richtung und unter Anwendung von Druck-Apparaten und schwachen Vergrösserungen auf die Segmente, die Struktur zu erforschen. Diese Methode ist von Stilling in Cassel zuerst erfunden und neuerdings auch zum Theil unabhängig und selbstständig von Lockhart Clarke*) verfolgt worden. 4) Die Untersuchung der Elemente des Gehirns bei Menschen und Thieren mittelst stärkster Vergrösserungen, welche zuerst von Ehrenberg mit Glück begonnen und seitdem von vielen Histologen fragmentar und unter Anwendung von chemischen Reagentien, von welchen vorzüglich die Chromsäure in Betracht kommt, weiter gefördert worden ist.

Das Studium der Entwickelungsgeschichte des Gehirns und die comparative Encephalotomie, von welchen man sich längere Zeit besondere Aufschlüsse für die Physiologie versprach, da das Gehirn als der materielle Träger der so mannichfaltigen psychischen Eigenthümlichkeiten der Thiere betrachtet werden muss, hat nur wenige physiologische Anhaltspunkte gegeben und auch der lange von mir gehegten Erwartung durchaus nicht entsprochen, so interessant die Resultate dieser Studien auch für die allgemeine Architektonik und vergleichende Morphologie der Thiere geworden sind. Etwas mehr darf man sich wohl von der pathologischen Anatomie des Gehirns und von sogenannten phrenologischen Untersuchungen versprechen, wenn wir in Bezug auf die erstere recht sorgfältige, auch die feineren Verhältnisse berücksichtigende, Sektionsberichte im innigen Zusammenhang mit den klinischen Beobachtungen erhalten werden und in Bezug auf letztere hoffen dürfen, dass sich dieselben über die Oberfläche des blossen Dilettantismus erheben.

Bei meinen seit einer Reihe von Jahren fortgesetzten Untersuchungen über den Bau des Gehirns sind alle obengenannten vier Methoden, von denen wir keine entbehren können, in Anwendung gekommen, insbesondere aber die dritte und vierte. Wie schon früher bemerkt wurde, gebührt hier vor Allen Stilling ein ausgezeichnetes Verdienst, das erst in allerneuester Zeit hinreichend gewürdigt zu werden anfängt. Ich stehe nicht an zu behaupten,

*) S. die Abbildungen in philos. transactions. Jahrg. 1851. Part. II.

dass Stilling's mühsame Arbeiten in Bezug auf ihren Werth als anatomische Grundlage für physiologische Forschungen unter allen encephalotomischen Publikationen den ersten Rang behaupten. Es ist nur nöthig, dass sie weiter fortgesetzt und mit der vierten Methode in innigen Zusammenhang gebracht werden, was von mir versucht worden ist.

Als Ausgangs- Mittel- und Endpunkt meiner Untersuchungen hat das menschliche Gehirn gedient. Ausserdem ist vorzüglich das Gehirn des Hundes, des Kaninchens, der Taube, des Frosches und mehrerer Fische, insbesondere des Karpfens und Zitterrochens, in den Kreis der Untersuchung gezogen worden.

Leider kann ein diese verschiedenen Methoden unterstützendes System von Messungen und Wägungen, das auch von mir in den letzten Jahren versucht wurde, gar nicht oder nur höchst unvollkommen in Anwendung gebracht werden, aus Gründen, welche theils in der Unsicherheit der Methoden z. B. für die Messung feuchter Querschnitte liegen, theils in den Strukturverhältnissen des Gehirns und Rückenmarks, wo alle gewöhnlich anatomisch unterschiedenen Abtheilungen keine besonderen physiologischen Provinzen darstellen. Die ganz entgegengesetzten Resultate über die Frage, ob die Rückenmarks-Nerven zum Gehirn aufsteigen oder im Rückenmark endigen, zu denen Volkmann und Kölliker bei ihren vergleichenden Messungen gelangten, geben hier einen auffallenden Beleg. Es wird sich weiter unten aus der feineren Anatomie des Rückenmarks ergeben, dass solche Messungen zu gar keinen sicheren Resultaten führen, weil sie theilweise von falschen Prämissen ausgehen und nicht alle Faserursprünge in Rechnung bringen können.

Beim Menschen und bei Thieren findet man im Gehirne und Rückenmark folgende vier histologische Elemente mit Ausschluss der Gefässe: 1) Primitivfasern, 2) Ganglienzellen, 3) Kerne, 4) intermediäre feinkörnige Masse.

Ich glaube, dass man durch Exclusion die Elemente 3 und 4 ganz oder fast ganz aus den wesentlichen Elementen der Centraltheile entfernen kann, weil a) die feinkörnige Masse überall nur da in der grauen Substanz und zwischen den eingebetteten Ganglienzellen auftritt, wo Blutgefässe eindringen und die Quan-

tität der feinkörnigen Substanz mit der Zahl und Stärke der eindringenden Gefässe zunimmt. Sie ist z. B. beim Menschen an der Peripherie der Hirnwindungen und an den *substantiae perforatae* der Basis am stärksten. b) Sie fehlt complet bei den wirbellosen Thieren zwischen den Ganglienzellen-Aggregaten, wenn keine Gefässe vorhanden sind, während sie bei ganz nahe verwandten Thieren solcher Klassen von Evertebraten auftritt, deren Ganglien mit Blutgefässen umsponnen und durchwirkt sind. So fehlt z. B. bei den Nematoiden, bei Mermis*) die feinkörnige Substanz, während sie beim Blutegel, beim Regenwurm vorhanden ist. Aus diesen und andern, hier nicht näher zu erörternden Gründen würde ich geneigt sein, die feinkörnige Substanz bloss für ein Bette für die Blutgefässe, das Bindegewebe ersetzend, für ein Medium der Separation der Ganglienzellen untereinander und von den Blutgefässen zu halten. Würden die letzteren in unmittelbaren Connex mit den höchst vulnerablen Ganglienzellen kommen, so müssten offenbar Störungen durch die Erweiterung der Lumina der Gefässe in einem Maasse eintreten, welche mit der normalen physiologischen Function der Ganglien unverträglich erscheinen. Eine ähnliche Einrichtung sehen wir bei den ganz aus Nervensubstanz gebildeten Tastkörperchen; auch hier sind durch zweckmässige Vertheilung Einrichtungen getroffen, dass die Gefässschlingen nicht in denselben Papillen liegen. Jedoch will ich nicht verkennen, dass auch eine zweite Ansicht möglich ist, wie sie von Henle geltend gemacht wird. Hiernach würde nämlich die histologisch und chemisch mit dem Inhalt der Ganglienzellen übereinstimmende feinkörnige Masse eine Art Matrix für die Bildung neuer Ganglienzellen sein. Vielleicht hat diese Substanz den doppelten Zweck. Aber auch im letztern Falle würde die Substanz noch kein fertiges, functionsfähiges Nervenelement sein, also aus der Reihe der zunächst bei jedem Innervationsakt thätigen Elemente ausgeschlossen werden.

Auch die Kerne, welche mehrfache histologische Formverschiedenheiten zeigen, und vereinzelt überall in der feinkörnigen

---

*) Vgl. die schönen detaillirten Abbildungen des Bau's bei Mermis von Meissner in Siebold und Kölliker's Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie Bd. V., Tab. XII., Fig. 13.

Substanz vorkommen, scheinen in der Regel bei den Innervations-Erscheinungen kaum in Betracht zu kommen. Nur wo die Kerne in so massenhaften Lagen vorkommen, wie in der rostfarbenen Substanz der Randwülste des kleinen Gehirns, verdienen sie eine besondere Beachtung. Hier halte ich es übrigens noch nicht für ausgemacht, ob sie nicht ähnlich wie in der Körnerlage der Retina, mit den Fasern in eine eigenthümliche Verbindung treten und so den Charakter von Zellen annehmen.

Es bleiben nur noch die Ganglienzellen und Primitivfasern übrig. Durch meine zahlreichen, alle Provinzen des Gehirns betreffenden Untersuchungen bin ich nunmehr zu der Ueberzeugung gekommen, dass überall, wo man scharf untersucht, nur vielstrahlige (multipolare) Ganglienzellen im Gehirn gefunden werden und dass alle angeblichen apolaren, unipolaren und bipolaren (während die beiden letzteren in den Hirnganglien der wirbellosen Thiere allerdings vorkommen) nur verstümmelte multipolare sind. Bei scharfer und vielfältiger Beobachtung erscheinen alle jene grösseren oder geringeren Anhäufungen von der *ala cinerea* und den sogenannten Nervenkernen im verlängerten Mark an, durch den *locus coeruleus*, den *locus niger Soemmerringii*, die *corpora dentata olivae* und *cerebelli*, den Basalganglien (hiezu rechne ich *Substantia perforata posterior* und *anterior media* und *lateralis*, *tuber cinereum*, graue Endplatte, *corpora mammillaria*), den Vierhügeln, Kniehöckern, Sehhügeln, *commissura mollis*, Streifenhügeln, Linsenkernen, Ammonshörnern, grauer Substanz der Randwülste des grossen und kleinen Gehirns, des *bulbus olfactorius* und der Retina, nur als Aggregate von multipolaren Ganglienzellen.

Für die bei Weitem grössere Mehrzahl dieser Haufen von multipolaren Zellen ist die Struktur der von mir früher beschriebenen elektrischen Lappen des Zitterrochens durchaus maassgebend, und die Fortsätze der Ganglienzellen sind theils Ursprungszellen von Primitivfasern, theils dienen sie dazu, die Ganglienzellen untereinander zu verbinden. Die je zwei Ganglienzellen untereinander verbindenden Fortsätze z. B. in den grossen Zellen der *substantia ferruginea* unter dem *locus coeruleus* entsprechen denen des elektrischen Lappens so sehr, dass man die in den Icones physiologicae Ed. Ecker Tab. XIV. fig. VI. als davon genommen

betrachten könnte. Nur die Ursprünge der Primitivfasern erleiden eine Abweichung, da die Fortsätze der Ganglienzellen oft einen oder mehrere Millimeter weit verlaufen, also sich über mehrere Gesichtsfeldsdurchmesser*) einer stärkeren Vergrösserung erstrekken, bis sie in doppelt contourirte Primitivfasern übergehen**).

Die Primitivfasern des Gehirns zeigen sehr verschiedene Durchmesser innerhalb der Grenzen von 0,01 bis 0,001 Millimeter. Selten sind sie noch feiner. Nennt man die ersten dickste, die letzteren feinste Primitivfasern, so kann man eine Reihe von Klassen bilden, deren Namen dann die fortgesetzte Anführung von Zahlen ersetzen können.

1) dickste Primitivfasern von	$^1/_{200}$ — $^1/_{100}$	Mill. circa.
2) mitteldicke	$^1/_{400}$ — $^1/_{300}$	
3) mittelfeine	$^1/_{600}$ — $^1/_{500}$	
4) feine	$^1/_{800}$ — $^1/_{700}$	
5) feinste	$^1/_{1000}$ — $^1/_{900}$	

Fibrillen der ersten Klasse kommen nur an wenig Stellen vor und in der Regel nur da, wo Nerven entspringen, deren Wurzelfibrillen sie darstellen. Am leichtesten sind solche z. B. in den Grosshirnschenkeln als Ursprungsfasern des *oculomotorius* nachzuweisen, wo sie in Bündeln beisammen liegen. Fibrillen der fünften Klasse sind am häufigsten gegen die Randwülste des grossen und kleinen Gehirns. Die 2te, 3te und 4te Klasse kommen häufig gemengt vor, aber so dass z. B. die aus den Grosshirnschenkeln in die Linsenkerne und Streifenhügel einschiessenden Fasern anfänglich zur zweiten Klasse gehören und sich allmälig bis zu denen der vierten Klasse verjüngen und hier endigen, indem sie in multipolare Ganglienzellen übergehen. Axencylinder sind bei allen Faserklassen höchst leicht nachweisbar.

---

*) Bei der von mir in der letzteren Zeit am häufigsten gebrauchten Vergrösserung eines Mikroskops von Kellner betrug der Durchmesser des Gesichtsfelds 0,42 Mill.

**) Solche Fälle, wie die von Leuckart und mir zuerst beobachteten und in den Icones physiol. ed. Eeker Tab. XIV. fig. III. abgebildeten, wo die Fortsätze in breite Primitivfasern übergehen, sind die allerseltensten und nur in der Nähe einzelner Nerven-Ursprünge zu beobachten. Häufiger, wenn auch immer schwierig gelingt es, insbesondere an abgebrochenen Fortsätzen, den Uebergang in feinere Fasern zu zeigen.

Im Allgemeinen gehen nur die feinen und feinsten Fibrillen in die Fortsätze der Ganglienzellen über, indem sich die doppelten Contouren der Markhülle bis zum Verschwinden aneinander legen, wo dann der Axencylinder sich in den Ganglienzellenfortsatz metamorphosirt. Beide zeigen eine dem geübten Auge in der Regel erkennbare histologische Verschiedenheit.

Alle Ganglienzellen vom untersten Ende des Rückenmarks durch das verlängerte Mark und die Ganglien des Mittelhirns bis zu den *corpora dentata cerebelli* und den Grenzen der *corpora striata* haben einen überaus ähnlichen Charakter und im Wesentlichen den Typus, wie er in den elektrischen Lappen des Zitterrochens beschrieben wurde. Sie sind zwar von sehr verschiedener Grösse, verschieden pigmentirt, immer aber, wenn sie auch scheinbar zuweilen bipolar sind, mit 4 und 6 bis zu 15 und 20 Fortsätzen versehen, und diese Fortsätze dienen stets, um es zu wiederholen: *a)* zur Verbindung von Ganglienzellen untereinander*) *b)* zum Ursprung von Primitivfasern.

---

*) Solche neuerdings wiederholt angezweifelte Verbindungen von je zwei Ganglienzellen (S. Kölliker's Lehrb. der Gewebslehre S. 303) habe ich an vielen Orten, namentlich im Rückenmark, in der *ala cinerea*, im *locus coeruleus*, im *locus niger Soemmerringii* gesehen und zwar mit völliger Sicherheit. Aber allerdings sind hunderte von Präparaten oft vergeblich und es gehört viel Zeit und Mühe dazu, um vollkommen einwurfsfreie Ansichten zu erhalten. Das Haupthinderniss liegt immer an der ungemeinen Schwierigkeit, die Ganglienzellen zu isoliren. Die am meisten Vortheil gewährenden Methoden werde ich später angeben. Ich bemerke übrigens, dass es jeden Winter hier vorkommt, dass einzelne Studirende solche Präparate herstellen. Kürzlich fand Herr Schirmer aus Greifswald in diesem Winter in einem Chromsäurepräparat aus der *substantia ferruginea* des *locus coeruleus* eine Verbindung, welche genau der entsprach, wie sie in den Icones physiol. aus dem elektrischen Lappen des Zitterrochens abgebildet wurde; bei Durchmusterung desselben Präparats fand ich eine zweite ganz gleiche Ansicht. Bei älteren Individuen, wo die Ganglienzellen und ihre Fortsätze stärker pigmentirt sind, gelingen die sicheren Nachweise zuweilen ohne vollkommene Isolirung. Ein solches Präparat stellte diesen Winter Herr Spiess aus Frankfurt auf. Die Herren Heusinger, Moraeht, Classen, Steinheim, Müller und Weissmann, welche mich diesen Winter in den Untersuchungen, Messungen und Zählungen der Hirn-Elemente unterstützten, waren Zeugen der angeführten Beobachtungen. Ich hoffe übrigens, dass der schöne Fund von Corti über die Verhältnisse der multipolaren Ganglienzellen (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. V, Tab. V) auch die hartnäckigsten Zweifler belehren helfen wird, dass die vielstrahligen Ganglienzellen nicht dazu da sind, um ihre Fortsätze nach allen Weltgegenden wie Spiesse auszustrecken. Solche Annahmen, wie auch z. B. die der niemals vorhandenen apolaren Ganglienzellen

Ein anderes System von multipolaren Ganglienzellen findet sich aber z. B. in den Randwülsten des kleinen Gehirns. Jene bekannten retortenförmigen Ganglienzellen*) treten beim Frosch, bei der Maus, dem Hunde gerade so auf, wie beim Menschen. Sie nehmen am bauchigen Ende eine, selten zwei mittelfeine Fibrillen auf — (wo sie andere Beobachter fehlen lassen, war der Fortsatz ganz abgerissen), geben dagegen aus ihren starken Fortsätzen nach der entgegengesetzten Seite eine so grosse Zahl von weitreichenden und sehr feinen Aesten ab, dass eine solche Ganglienzelle ein Gebiet von einem halben bis ganzen Millimeter und das ganze Gesichtsfeld eines Mikroskops bei einer dreihundertmaligen Vergrösserung mit ihren Aesten erfüllen kann. Diese Aeste gehen in die feinsten Fibrillen über. Ob diese Ganglienzellen unter einander in Verbindung stehen oder ob, wie es mir wahrscheinlicher ist, jede Ganglienzelle ein in sich abgeschlossenes System bildet, vermag ich bis jetzt nicht mit Sicherheit zu sagen.

Die Ganglienzellen in den Randwülsten des grossen Gehirns, im Ammonshorn und der *fascia dentata*, gleichen in ihrer wesentlichen Einrichtung mehr den früher beschriebenen multipolaren Ganglienzellen des Rückenmarks, der *medulla* und des Mittelhirns.

---

werden hoffentlich demnächst eben so zu den antiquirten Vorstellungen geworfen werden, wie die Nervenschlingen. Sie gehören zu den fundamentalen Irrthümern, welche um so schädlicher sind, als sie der einzigen Aufgabe feinerer anatomischer Forschungen, — einer Verwerthung derselben für Physiologie und Pathologie — hinderlich in den Weg treten. Mein verehrter Freund Bidder in Dorpat, eine der ersten Autoritäten auf diesem Gebiete, dessen genaue und sichere Kenntniss man sich freilich nicht durch einige flüchtige Untersuchungen unter Benutzung vorhandener Beobachtungen Anderer erwirbt, schreibt mir unter dem 4. Januar: „Kölliker's Behauptung über den cerebralen Ursprung der Spinalnervenfasern, für welche ich in den Worten des Verfassers die empirischen Beweise niemals habe finden können, ist entschieden falsch. Ich habe jetzt in zahllosen Präparaten den Uebergang der Primitivfasern der Spinalnervenwurzeln in die Zellen der grauen Substanz des Rückenmarks direkt beobachtet; eben so lässt sich der Ursprung der longitudinalen Fasern der weissen Substanz von denselben Zellen leicht darthun; die Zellen beider Seitenhälften der grauen Substanz hängen durch Verbindungsfasern zusammen, das sind die Commissuren, und ich wiederhole, die vordere Commissur ist grau und hat mit den eintretenden Spinalwurzeln direkt nichts zu thun".

*) S. Kölliker mikrosk. Anatomie. Bd. II. S. 449, Fig. 135. Ecker Icones physiologicae. Tab. XIV. fig. 4. Nur sind die Fortsätze viel zahlreicher und weit verbreiteter, als sie überall hier abgebildet sind.

Nach diesen Ergebnissen ausgedehnter Untersuchungen scheint mir Folgendes fest zu stehen: Gehirn und Rückenmark sind nichts anderes, als massenhafte Anhäufungen von Primitivfasern und multipolaren Ganglienzellen. Verbindungen von Primitivfasern kommen nicht vor, als unter Vermittelung von Ganglienzellen. Mithin geschehen alle Uebertragungen von einer Primitivfaser auf die andere auf nachweisbaren anatomischen Wegen. Graue Substanz und deren Wirkungen auf die Nervenfasern ist der unklare Ausdruck für den klaren: multipolare Ganglienzellen mit Primitivfasern verbunden. Alle Innervations-Erscheinungen beruhen auf Verbindungen von einzelnen Ganglienzellen und grösseren Ganglienzellenaggregaten, als eigenthümlichen Innervationsprovinzen von verschiedener physiologischer Dignität, unter sich und mit centralen und peripherischen Nervenbahnen. Der Annahme einer Uebertragung von Faser auf Faser im Sinne etwa der sogenannten paradoxen Zuckung bedarf es nicht, eine solche ist aus vielen hier nicht zu erörternden Gründen im höchsten Grade unwahrscheinlich; sie könnte nur störend in den Gang physiologischer Erscheinungen einwirken.

Eine specielle Durchführung der aus dieser Darstellung resultirenden Principien auf die einzelnen Gruppen und Apparate des Gehirns und Rückenmarks mit Rücksicht auf die physiologischen Erscheinungen ist hier nicht die Aufgabe. Auch sind meine Untersuchungen für einzelne Regionen noch zu fragmentar und die Fragen, die dabei in Betracht kommen, zu schwierig und verwickelt. Einige Andeutungen über mehrere von mir besonders durchstudirte Innervationsprovinzen will ich jedoch folgen lassen.

Die durch die hinteren Rückenmarkswurzeln eintretenden Fasern sammeln sich in drei Hauptbündel, indem:

a) ein Theil der rein sensitiven Fasern ohne mit Ganglienzellen sich zu combiniren zum Gehirn aufsteigt und hier also wohl die bewussten Empfindungen erregt.

b) ein zweiter Theil der rein sensitiven Fasern combinirt sich mit den in der grauen Substanz der Hinterhörner einen Haufen bildenden und sonst einzeln zerstreuten kleineren multipolaren Ganglienzellen, von wo aus dann wieder Fasern nach oben zum Gehirn aufsteigen, während andere hinter dem Centralkanal (der nirgends fehlt und unrichtiger Weise als ein Strang mit eigenen Ganglienzellen gefüllt neuerdings beschrieben wurde) als reine Commissurfasern zu einzelnen Ganglienzellen der Hinterstränge der andern Seite herübertreten. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die mit den eben beschriebenen Ganglienzellen zusammenhängenden Fasern zusammen im Gehirn repräsentirt werden und zur Erklärung einzelner dunkler Punkte in den Weber'schen Empfindungskreisen dienen können*), theils sensible Irradiationen vermitteln.

c) ein dritter Theil von Fasern, der sehr beträchtlich ist, vermittelt keine Empfindungen, sondern geht zu den grossen multipolaren Ganglienzellen jeder Seitenhälfte in den entsprechenden Vordersträngen, von denen Fasern für die motorischen vordern Wurzeln abgehen.

Die anatomischen Gründe — indem ich von den bis jetzt sehr dehnbaren physiologischen absehe — für die direkt zum Gehirn fortgehenden *sub a* bezeichneten und die indirekt von Ganglienzellen zum Gehirn emporsteigenden *sub b* beschriebenen Fasern als zwei wesentlich zusammengehörige, von *c* verschiedene Klassen, sind folgende:

1) Die direkte Beobachtung sehr feiner Quer- und Längsdurchschnitte am gehärteten Rückenmark.

2) Die Thatsache, dass niemals Theilungen von Primitivfasern im Rückenmark (so wenig als im Gehirn) vorkommen, welche doch vorhanden sein müssten, wenn dieselbe peripherische Faser gerade zum Gehirn emporsteigen und sich zugleich mit einer multipolaren Ganglienzelle im Vorderstrang behufs motorischer Erregung in querer Richtung combiniren sollte.

---

*) Solche Faser-Verbindungen dürften viele Sympathieen entfernter Theile erklären.

3) Eine wesentliche Unterstützung gewährt die Thatsache, dass durch die hinteren Wurzeln eine grössere Zahl Primitivfasern in's Rückenmark geführt wird, als durch die vorderen, was wieder dadurch bewiesen wird, dass α) die hintern Wurzeln bei Menschen und Thieren stärker sind, als die vorderen, ohne dass der stärkere Durchmesser auf Rechnung des umhüllenden Gewebes kommt, β) dass die hintern Wurzeln mehr feinere Fibrillen führen, als die vorderen.

In den Vordersträngen zeigt die Beobachtung kein dem oben *sub a* bezeichneten System entsprechendes von Fasern, welches direkt vom Gehirn zu den vorderen Wurzeln ginge und die Willens-Impulse empfinge. Alle aus den vorderen Wurzelreihen eindringenden Fasern scheinen sich vielmehr mit den grossen Massen von multipolaren Ganglienzellen zu verbinden, welche in den Vorderhörnern der grauen Substanz liegen. Es ist wahrscheinlich, dass die Vorderstränge (und der grösste Theil der Seitenstränge) nur aus Fasern gebildet werden, welche von den Fortsätzen der Ganglienzellen stammen und in die motorischen Wurzeln übergehen, und anderen, welche aus den Ganglienzellen nach oben zum Gehirn verlaufen. Jede Ganglienzelle repräsentirt mithin ein kleines System von Fasern, welche theils nach oben zum Gehirn, theils (in der Mehrzahl) nach der Peripherie theils in den queren Fasern der vorderen Commissur*) zur Verbindung eines Theils der Ganglienzellen beider Seitenhälften des Rückenmarks dienen**)

Als volle Consequenz dieser auf Untersuchungen beruhenden Darstellung ergibt sich die Annahme eines eigenen Systems von reflex-motorischen Fasern und

---

*) Die *commissura anterior* ist also keine Kreuzung der Vorderstränge.

**) Aus dieser Einrichtung erklärt sich, dass wir niemals oder gewiss nur in den wenigsten Fällen das Gebiet einzelner Primitivfasern, sondern immer nur Gruppen von Primitivfasern zur Bewegung anregen können. In den *musculus palmaris brevis* verbreiten sich z. B. mehrere Primitivfasern. Ich kann denselben durch einen langsam (auf der linken Seite sogar um zwei Sekunden später als auf der rechten) sich realisirenden Willens-Impuls in einer Ausdehnung von 5 Centimeter kräftig zusammenziehen, aber niemals seine einzelnen Bündel. Vielleicht sind bei diesem Muskel alle Primitivfasern nur in einer einzigen multipolaren Ganglienzelle repräsentirt, die ihren Impuls von einer aus ihr zum Gehirn emporsteigenden Faser erhält. Für grössere Muskeln dürften dann wohl mehrere multipolare Zellen zu einer Gruppe verbunden sein.

Zellen. Marshall-Halls ursprüngliche Idee, zu welcher mich zu bekennen ich nicht die geringste Scheu trage, erhält durch die neuen anatomischen Thatsachen nicht bloss eine Stütze, sondern erst ihre eigentliche palpable Grundlage. Daraus entspringt weiter die Nothwendigkeit, dass ziemlich an allen Punkten der Körper-Oberfläche und vieler Schleimhäute sich eine empfindende und eine excitirende Faser ausbreitet. Diese Annahme, so bizarr sie auf den ersten Blick erscheint, lässt sich durch viele jetzt nicht näher zu erörternde Gründe stützen, auf die ich hier, wo ich blos von den Centraltheilen rede, nicht eingehen kann*). Im Wesentlichen stimmt meine auf anatomischem Wege gewonnene Anschauung mit den von Spiess entwickelten Ansichten am meisten überein.

Ich nehme also in der Peripherie des Körpers ein System von reinen durch das Rückenmark theils direkt, theils durch multipolare Ganglienzellen der Hinterstränge aufsteigenden Fasern mit geometrisch explicirten Endpunkten (am klarsten z. B. in den sogenannten Tastkörperchen) an; mehreren solchen entsprechen geometrisch geordnete Endpunkte im Gehirn. Zwischen dasselbe eingeschoben liegen in der Peripherie die ebenfalls geometrisch geordneten Endpunkte anderer centripetalleitender Fasern, welche zugleich durch die hinteren Rückenmarkswurzeln eintreten und in einem entsprechenden System von multipolaren Ganglienzellen ihre Endpunkte finden, aus denen im Allgemeinen in gleicher Höhe liegende motorische, durch die vorderen Wurzeln der entsprechenden Rückenmarkshälfte austretende Fasern entspringen**).

---

*) Seit wir die zahlreichen Theilungen kennen, in welche ausser den motorischen, auch die centripetalleitenden Fasern zerfallen und die zahlreichen Plexusbildungen, in welchen sich die Zweige austauschen, verliert diese Annahme von vorne herein einen Theil ihrer Unwahrscheinlichkeit. Wie sehr die Nervenphysiologie Ursache hat, auf solche anatomische Thatsachen Rücksicht zu nehmen, um die Theorie der Reflex-Erscheinungen zu fördern, zeigen viele neuere Schriften, z. B. Eckhard in seinen schätzbaren „Grundzügen der Physiologie des Nervensystems“. Alles, was derselbe S. 104 — 106 über diese Verhältnisse sagt, zeigt, dass der geehrte Verfasser gar keine Ahnung hat von den Fortschritten der feineren Anatomie auf diesem Gebiete. Auch Ludwig (Handb. der Physiol. Bd. I. S. 125) misskennt die Bedeutung dieser anatomischen Verhältnisse völlig.

**) Als zweifelhaft und bis jetzt unausgemittelt muss es angesehen werden, ob die aus dem Gehirn entspringenden die Muskeln willkürlich anregenden Fa-

Ich beschränke mich hier und gehe nicht weiter auf die Ordnung des Verlaufs der Fasern und Stränge im Rückenmark ein, ein Gegenstand, über den Viel zu sagen wäre, im Augenblick aber schwerlich noch etwas Abgeschlossenes gesagt werden kann. Keine der bisherigen Darstellungen auch in den neuesten Lehrbüchern kann als richtig gelten, um so weniger, als nirgends das gerade wichtigste Verhältniss der Faserung zu den Ganglienzellen berücksichtigt ist*)

Dieselben Verhältnisse kehren für das verlängerte Mark wieder. Nur finden hier so zu sagen noch kunstreichere Anordnungen auf kleinem Raume Statt, indem die sogenannten Nervenkerne d. h. Aggregate von multipolaren Ganglienzellen viel mehr gesonderte und doch wieder eigenthümlich verbundene Systeme von Ganglienzellen, wie z. B. das so complicirte für die Athembewegungen, darstellen, welche die Thätigkeiten der von ihnen entspringenden Hirn-Nerven reguliren.

Complicirter, aber in den Grundverhältnissen ganz analog, erscheinen die Anordnungen für die in das Gehirn eingeschobenen Central-Apparate der Sinnesorgane. In der Netzhaut finden sich die Enden des Seh-Nerven ähnlich, nur noch viel feiner geometrisch explicirt als z. B. die Enden der Gefühls-Nerven in den

---

sern sich mit einem eigenthümlichen Systeme von Ganglienzellen im Rückenmark und verlängerten Mark combiniren oder ob die Ganglienzellen mit reflex-motorischen Fasern hiezu benutzt werden. Für beide Möglichkeiten bleibt noch Raum in den anatomischen Thatsachen; aber physiologische Gründe lassen die letztere Anschauung als allein richtig erscheinen, da der Wille auf die Reflexe hemmend einwirken kann.

*) Die Anlage des ganzen Aufsatzes verbietet es, hier auf weitere physiologische Erörterungen oder gar auf die neuerlich wieder entdeckte Rückenmarksseele einzugehen, von deren Leistungen Eduard Pflüger in seiner von mehreren Seiten mit Enthusiasmus aufgenommenen Schrift handelt. Die sorgfältige Wiederholung der Versuche an Fröschen zeigt, dass der mit so grossem Selbstgefühl aufgetretene Verfasser weder richtig beobachtet, noch die nächsten richtigen Schlüsse aus seinen Beobachtungen gezogen hat. In der That hätte es kaum des Luxus von Scharfsinnes bedurft, welchen Lotze in seiner trefflichen Recension gegen des Verfassers Logik entwickelt. S. gel. Anzeigen vom 31. October und 5. Nov. 1853. Die an Fröschen gemachten Erfahrungen erregten wenig Lust, des Verfassers Versuche über das Vorstellungsvermögen und die Willenskraft der Aal- und Salamanderschwänze, welche gerade nicht zur Hand waren, zu wiederholen.

Tastkörperchen. Durch den Sehstreifen treten die centralleitenden feinen Primitivfasern zunächst in die Kniehöcker. Diese Kniehöcker sind nichts anderes, als Anhäufungen von multipolaren Ganglienzellen, mit denen sich gewiss bei weitem die grösste Zahl der Seh-Nervenfasern combinirt. Insbesondere der äussere Kniehöcker erscheint als ein höchst reicher Ganglienzellenapparat, der, wie er Fasern aus dem Sehstreifen aufnimmt, andere entlässt, welche durch die Arme der Vierhügel zu diesen treten. Die Vierhügel sind das zweite System von Ganglienzellen-Aggregaten, mit denen die Seh-Nervenfasern Combinationen eingehen. Von diesen aus treten die Fasern in die Tiefe und es erfolgen Combinationen mit dem verlängerten Mark durch die Schleife *(laqueus)* und Verbindungen mit Ganglienzellen-Aggregaten (Nervenkernen) auf dem Boden der Sylvischen Wasserleitung mit den Kernen des *nerv. oculomotorius*, deren Ganglienzellen nicht blos die Fasern für die entsprechenden Augenmuskeln, sondern auch für die kreisförmigen Muskelfasern der Pupille abgeben. Schneidet man daher die Vierhügel weg, so erfolgt auf Reizung der Retina keine Contraction der Pupille mehr, nicht etwa weil man die Central-Organe für die Contraction der Pupille mit den Vierhügeln entfernt hat, sondern weil die anatomische Verbindung zwischen Retina und Oculomotorius-Kernen unterbrochen worden ist. Endlich ist der Thalamus das vierte und grösste Aggregat von multipolaren (hier sparsamer, als in den Kniehöckern, vorkommenden) Ganglienzellen, von welchen wenigstens ein grosser Theil mit den Seh-Nervenfasern eine Verbindung eingeht, während ein anderes aus dem Sehhügel entspringendes System von Fasern die weitere Verbindung mit den Grosshirnlappen vermittelt. Abstrahiren wir daher auch ganz von dem zusammengesetzten Bau der Retina, welcher dem der innern nervösen Central-Organe ganz analog ist, so sehen wir Einrichtungen, durch welche die auf den Enden der Retinafasern empfangenen Eindrücke den Ganglienzellen-Apparaten in den Kniehökkern, Vierhügeln, Sehhügeln zur Verarbeitung überliefert werden, ehe sie schliesslich dem grossen Gehirne zur letzten Phase der Innervation mitgetheilt werden, um in den Kreis seelischer Wahrnehmung als vollendete Gesichtsvorstellung zu gelangen.

Die feinere Anatomie des grossen und kleinen Gehirns zeigt

uns, dass wenigstens ein grosser Theil der durch die Gross- und Kleinhirnschenkel einschiessenden Fasern an gewissen Stellen sehr verfeinert endigt d. h. in Ganglienzellen untergeht. Diese Gegenden scheinen für das grosse Gehirn das Ganglienzellensystem der Streifenhügel und der letzten Abtheilung des Linsenkerns zu sein, für das kleine Gehirn der gezahnte Kern. Die aus der andern Seite jener Ganglienzellen-Aggregate entspringenden Fasern sind ganz anderer Natur; sie vermitteln die Wechselwirkungen mit den multipolaren Zellen der Randwülste. Leicht anzustellende und übereinstimmende Versuche zeigen, dass die ganze Oberfläche des kleinen Gehirns bis zu einer gewissen Tiefe abgetragen werden kann, ohne dass sich die geringsten Spuren an Schmerz und eben so wenig von Muskelzuckungen zeigen. Erst die Verletzung der tiefsten an die *crura cerebelli ad corpora quadrigemina* und *crura ad medullam oblongatam* streifende Schichten erregt Schmerz und Krämpfe. Die *corpora dentata* scheinen die anatomische Grenze dieser physiologischen Erscheinungen zu sein. Analog verhalten sich die Hemisphären des grossen Gehirns, welche gleichsam auch nur als dem Mittelhirn aufgesetzte Gebilde erscheinen.

Ich trage Bedenken, in weitere Betrachtungen einzugehen, indem ich in der Kürze noch einmal die Fundamentalverhältnisse in folgendem Lehrsatz ausdrücke:

Alle Innervations-Erscheinungen im Gehirn und Rückenmark beruhen auf einer für viele Verhältnisse geometrisch geordneten anatomischen Verbindung von multipolaren Ganglienzellen unter einander und auf dem Ursprung von Nervenfasern aus solchen Ganglienzellen mit Ausschluss aller direkten Verbindung von je zwei oder mehr Primitivfasern unter sich selbst. Feinkörnige Substanz und Kerne spielen nur eine untergeordnete Rolle. Die Aufgabe der künftigen Nervenphysiologie ist es, aus diesem in seinem Elementarausdruck höchst einfachen, durch millionfache Zahl der Elemente und deren Combinationsfähigkeit höchst zusammengesetzten Bau die physiologischen Erscheinungen mit Hülfe neuer Methoden abzuleiten.

An die Aerzte des Landes, welchen dieser Aufsatz zu Gesicht kommt, ergeht die Bitte, mich für weitere Forschungen über das menschliche Gehirn mit Hülfsmitteln zu unterstützen. Die beschränkte Leichenzahl in einer kleinen Stadt gewährt nur ein dürftiges Material. Da die anatomische Anstalt der Universität die ihr gelieferten Leichen zum nächsten Unterricht nothwendig hat, würde ich, seitdem ich die provisorisch übernommene Leitung der Anatomie wieder abgegeben habe, meine Forschungen über die Hirnstruktur nicht haben fortsetzen können, wenn ich nicht durch die Güte meiner werthen Collegen Fuchs, Baum und Förster mit Gehirnen aus den klinischen Sektionen versehen worden wäre, wofür ich denselben auf das Dankbarste verpflichtet bin. Einige merkwürdige Verhältnisse, die sich auf gewisse im vorstehenden Aufsatz nicht berührte individuelle Eigenthümlichkeiten beziehen, welche zeigen, dass manche Erscheinungen in der Sinnesthätigkeit einen schärferen anatomischen Ausdruck im Gehirn haben, als man bisher glaubte, erregten bei mir seit länger den dringenden Wunsch, mehr Gelegenheit zur Untersuchung von Gehirnen bekannter Persönlichkeiten zu haben. Da demnächst auch unsere Stadt dem Eisenbahnsystem des Landes einverleibt sein wird, so dürften sich Zusendungen frischer (niemals in Weingeist aufbewahrter) Gehirne im Winter auch von entfernten Landestheilen leicht ausführen lassen. Das meiste Interesse würden zunächst für mich haben: Gehirne von Personen mit sehr mangelhaft oder sehr scharf ausgebildeten Sinnen z. B. von Tauben und Taubstummen, mit atrophischen Augen, mit mangelndem Geruchssinn (ein Fehler, der häufiger vorkommt, als man gewöhnlich glaubt), auf einer oder beiden Seiten, von Mikrocephalen, von Geisteskranken, von Personen, die an lokalen Hirnkrankheiten litten. Gehirne mit umfänglichen Verletzungen, mit grossen Extravasaten oder ausgedehnten älteren apoplektischen Heerden haben kein Interesse. Bei solchen Uebersendungen wünschte ich Angaben über Geschlecht, Alter, wo möglich Körpergewicht oder doch Körpergrösse, Krankheit und besondere Eigenthümlichkeiten der Verstorbenen zu erhalten.

Neurologische Untersuchungen.

Achte Fortsetzung.

Ueber den Bau des Rückenmarks und die daraus resultirende Grundlage zu einer Theorie der Reflexbewegungen, Mitbewegungen und Mitempfindungen.

(Der Königl. Societät der Wissenschaften im Auszuge vorgelegt den 27. Februar 1854.)

Ich habe in der zuletzt der Königlichen Societät übergebenen Abhandlung*), mehr gelegentlich bei der Betrachtung des Hirnbaues, auch von der Organisation des Rückenmarks gesprochen und die anatomischen Thatsachen mit einem Theile jener physiologischen Erscheinungen, welche für die gesammte Physiologie und Pathologie des Nervensystems von grösstem Interesse sind, in Zusammenhang zu bringen gesucht. Ich sehe den Anstoss bei vielen Physiologen voraus, welchen ich durch den Versuch einer Rehabilitation der bereits vielfach aufgegebenen Marshall-Hall'schen Annahme eines eigenen excitomotorischen Systems gegeben habe. Ich gestehe, dass ich mir bis zu diesem Augenblick die mancherlei Einwürfe gegen diese Hypothese nicht verhehlt habe, dass ich dieselbe aber neben andern Hypothesen noch für völlig berechtigt halte und dass ich die auf der Grundlage neuer Beobachtungen modificirte Ansicht des englischen Physiologen absichtlich wieder so unumwunden geltend machte, um zu neuen Prüfungen Veranlassung zu geben. Sicher ist, dass andere Hypothesen, welche man dagegen aufgestellt hat, auf noch viel schwächeren Füssen ruhen, wie ich sogleich nachzuweisen versuchen will.

---

*) S. diese Nachrichten. 1854. Nr. 3 (die vorige Abhandlung.)

Einer der neuesten und gewandtesten Forscher, Ludwig, sagt von Marshall-Halls Reflextheorie: „Diese Hypothese ist als vollkommen verfehlt anzusehen, weil nach ihr jede empfindende Fläche mit jedem Skeletmuskel durch Nervenkommunikation in Verbindung stehen müsste. Eine solche Complikation der Nervenröhren ist nicht nachgewiesen, ja sie kann geradezu als nicht vorhanden angesehen werden, weil keine motorischen Nervenröhren beobachtet sind, welche von einer unteren Stelle des Rückenmarks aufwärts gegen höher gelegene Muskeln steigen, obgleich in diesem Sinne die Reflexbewegungen sehr leicht erregt werden können“ *).

Diesem Einwurf gegenüber behaupte ich: durch die anastomotischen Commissurenfasern der reflex-motorischen Ganglienzellen können die entferntesten motorischen Primitivfasern, sei es die derselben oder der entgegengesetzten Rückenmarks — resp. Körperhälfte, verbunden werden. Es ist durchaus kein Grund vorhanden, warum nicht Fortsätze von solchen Ganglienzellen auch aufwärts zur Verbindung von Zellen für höher gelegene Muskeln steigen sollen, welche vielmehr die anatomische Untersuchung nachweist.

Ludwig sagt weiter: „diese Hypothese macht es geradezu unmöglich zu erläutern, warum unter dem Willenseinflusse die Reflexe nicht erfolgen.“

Dagegen frage ich: Wie erklärt denn die bisherige Annahme und insbesondere die weiter unten anzuführende Hypothese von Ludwig die Hemmung der Reflexe mittelst des Willens? Sie bleibt die Antwort völlig schuldig. Man kann sich in der That keine Vorstellung bilden, wie sie es machen will, eine und dieselbe motorische Faser, die sie sich vom Gehirn bis zur Peripherie ohne Unterbrechung thätig denkt, zu hindern, d. h. zu vermögen, dass sie keine Reflexbewegung ausführe. Sie wird dazu einer neuen, sehr künstlichen Hülfshypothese bedürfen **). Ich behaupte nun:

---

*) Ludwig Lehrbuch der Physiologie d. Menschen I. S. 143.

**) Mein verehrter Freund, Professor Bergmann in Rostock, welchem ich meine Ideen über diese Gegenstände mittheilte, der mir darüber seinen Beifall ausdrückte und meine Gründe und Gegengründe zur Hervorrufung von fruchtbaren Diskussionen für geeignet hält, sagt in Bezug auf diesen, von ihm selbst

es ist nach anatomischen Thatsachen höchst wahrscheinlich, dass von solchen multipolaren Ganglienzellen Fasern nach oben steigen und im Gehirne endigen, durch welche der hemmende Willensimpuls auf die Zellen und auf die daraus entspringenden motorischen Fasern wirken kann. Ohne mir gewisse Schwierigkeiten zu verhehlen, welche erst durch die nähere Erkenntniss des von mir angenommenen, auf anatomischen Thatsachen beruhenden Reflexapparats beseitigt werden können, ist es doch in die Augen springend, dass vermöge der Einschiebung von multipolaren Ganglienzellen mit vielfachen Faserverbindungen als ein geordnetes Glied des Rückenmarksfasersystems, sich auch Einrichtungen für Hemmungen der Willensimpulse denken lassen, für welche uns die frühere Annahme, insbesondere die Ludwig'sche Hypothese, gar keinen Raum lässt.

Ludwig sagt drittens: „diese Hypothese mache unmöglich zu erläutern, warum eine stetige sensible Erregung eine variable motorische bewerkstellige".

Verstehe ich aber Ludwig's Meinung recht, so möchte ich behaupten, dass diese Erscheinung sich gerade um so leichter erklären lasse, wenn eben die sensible Erregung nicht als eine die motorische hervorrufende, sondern sie häufig begleitende, betrachtet wird; wenn man annimmt, dass sensible und excitomotorische Fasern zwar, schon wegen ihrer peripherischen Juxtaposition, häufig zusammen erregt werden, aber ungleiche Effecte hervorbringen, eben weil Empfindung und Bewegung durch verschiedene Fasern ausgelöst werden. Die Thatsache, dass beim Anspruch peripherischer Nervenenden bald Empfindung und Bewegung, bald nur eine von beiden und häufig beide in so ungleichem Grade auftreten — wobei ich mich übrigens verwahre die Empfindung als gleichberechtigtes messendes Element in die Wagschale zu bringen — spricht offenbar zu Gunsten von Marshall-Halls Hypothese.

Endlich bringt Ludwig einen vierten Einwurf. „Die Hypothese macht unmöglich zu erläutern, warum auf eine beschränkte Erregung nicht jedesmal, sondern nur unter ganz gewissen Be-

---

urgirten Punkt: „Da muss man, wie mir scheint, der motorischen Faser eine Fähigkeit zuschreiben, von welcher die Wissenschaft bis jetzt nichts weiss."

dingungen eine allgemeine Bewegung erfolgt.“ Dieser Einwurf stimmt mit dem von Volkmann überein, welcher sagt: „Die Annahme anastomotiseher Verbindungen zwischen zuleitenden und ableitenden Rückenmarksnerven bei Reflexbewegungen ergiebt sich als vollkommen unhaltbar, wenn man bedenkt, dass durch Reizung einer oder weniger sensibler Nervenfasern zahllose motorische in's Spiel gesetzt werden“.*)

Wenn ich nun, wozu mich meine Untersuchungen nöthigen, dagegen behaupte, dass das ganze Rückenmark ein System von höchst zahlreichen multipolaren Ganglienzellen mit Commissuren und Faserursprüngen enthält, welches einen solchen Reichthum von anastomotischen Verbindungen gewährt, mittelst deren die mannichfaltigsten Reflexe und Irradiationen als möglich erscheinen, so kann ich den Einwurf von Volkmann und Ludwig nicht anerkennen. Nehme ich die multipolaren Ganglienzellen als Knotenpunkte für Innervationsprocesse an, so liegt allerdings eine Schwierigkeit darinnen, zu erklären, warum die Erregungen von einer Faser bald in der ersten Zelle ruhen bleiben, bald auf benachbarte oder entferntere, oft sehr viele Zellen und die von denselben abgehenden Commissuren und Fasern übergehen. Dies kann nun möglicher Weise theils von der Intensität der Reize, theils von der ganzen Stimmung der multipolaren Ganglienzellen, die jedenfalls variabel ist, — z. B. abhängig von der Blutzufuhr, von specifischen Reizmitteln, wie Strychnin u. s. w. —, herrühren. Jedenfalls aber ist hier nicht mehr vorauszusetzen, als bei der früheren Ansicht, wo man der grauen Substanz im Allgemeinen die Eigenschaft zuschrieb, Reizungszustände von der einen Faser auf die andere zu übertragen. Hierbei ist es gewiss eben so schwierig, ja noch schwieriger zu erklären, warum die Reizung sich bald auf einen kleinen Punkt beschränkt, bald sehr weit ausdehnt.

Indem Ludwig meine schon vor sieben Jahren**) im Wesentlichen aufgestellte, jetzt aber durch viele neue Untersuchungen gestützte Ansicht mit ein Paar Worten abfertigt: „diese Annahme, eine geringe Modifikation der Marshall-Hall'schen reflecto-mo-

*) S. Volkmann Artikel Nervenphysiologie im Handwörterbuch II. S. 547.
**) S. Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. Abth. I. S. 398.

torischen Hypothese, hat viel gegen und wenig für sich", stellt derselbe eine andere Hypothese auf. „Wir werden geneigt sein," drückt sich Ludwig aus, „die Behauptung aufzustellen, dass die Nervenkräfte der Rückenmarksröhren über ihre Scheide hinaus auf andere erregend zu wirken im Stande sind, weil thatsächlich erwiesen ist, dass die Nervenkräfte in gewissen Zuständen der Erregung, wie z. B. bei der bipolaren Anordnung der elektro-motorischen Molekeln über die Scheide hinaus erregend auf neben liegende Röhren zu wirken im Stande sind." *)

Diese Hypothese scheint mir völlig unhaltbar und durchaus unverträglich mit anderen von Ludwig selbst vertretenen Ansichten; wer, wie Ludwig, annimmt **): „dass die Muskelgefühle und Muskelschmerzen sogenannten sensiblen Nervenröhren ihren Ursprung verdanken", schneidet sich die Basis dieser Hypothese, welche aus einer allzufrühen Anwendung Dubois'scher Experimente auf die specielle Nervenphysiologie abgeleitet ist, selbst ab. Ist es nämlich sicher, was ich mit Andern nach meinen Versuchen insbesondere an Fröschen für unzweifelhaft halte, dass niemals Reflexe entstehen, wenn man Reize auf die Muskelsubstanz applicirt, so hätten wir für die Muskelgefühle und Muskelschmerzen centripetalleitende Fasern, welche mit anderen ganz gleichen Bau und gleichen Verlauf haben; diese im Rückenmark mit motorischen Fasern in gleicher Contiguität verlaufenden sensiblen Fasern vermöchten aber nicht über ihre Scheide hinaus zu wirken und keine Reflexe zu erregen, während die anderen sensiblen Fasern dieses Vermögen besitzen sollen, eine, wie mir scheint, unabweisbare Consequenz, die zu einer Absurdität führt. Mit der Anwendung solcher Sätze nach Dubois muss man gewiss doppelt vorsichtig sein, da nach den bisherigen Erfahrungen, so weit mir bekannt ist, eine Wirkung von einer Nervenfaser auf die andere (also eine momentane Aufhebung des Gesetzes der isolirten Leitung) über die Scheide hinaus, bis jetzt nur bei stärkerer elektrischer Reizung

*) Ludwig Lehrbuch der Physiol. I. S. 125. 143.

**) Ebendas. S. 361. Wobei ich ausdrücklich bemerke, dass auch ich die Ludwig'sche Ansicht von Muskelempfindungsnerven für wahrscheinlich halte, aber noch nicht für erwiesen, da für die Entstehung der Muskelgefühle noch andere Erklärungen möglich sind.

beobachtet wurde. Es ist ein grosses Verdienst und eine anerkennungswerthe Mässigung von Dubois, dass er sich aller Uebertragungen seiner wichtigen Entdeckungen in der Lehre von den Molecularkräften der Nervenfaser auf die specielle Nervenphysiologie enthalten hat, was auch durchaus nöthig ist, so lange wir über die physikalischen Verhältnisse der Nervenzellen gar nichts wissen. Fängt man erst an, die Lehrsätze der neueren Elektrophysiologie auf die noch so unbekannten durch die Centraltheile vermittelten Innervationsphänomene, noch dazu mit Veranlassung aller anatomischen Grundlage, zu übertragen, so werden wir bald wieder in diesem Theile in einen Zustand versetzt sein, der an die Zeiten nach den Galvani'schen und Volta'schen Entdeckungen erinnert.

Man kann übrigens die Erscheinungen beim Reflex durch eine Modifikation der von mir mit neuen Gründen gestützten Marshall-Hall-Spiess'schen Hypothese erklären, wobei man immer auf sicherem anatomischen Boden bleibt*). Man kann annehmen: dass von gewissen, einer Empfindung fähigen, aber keine Reflexe erregenden Gebilden, also z. B. den Muskeln, vielleicht den serösen Häuten und manchen anderen die Eingeweide mit constituirenden Geweben, die centripetalleitenden Fasern in den Hintersträngen zum Gehirn aufsteigen, ohne weitere Combinationen mit reflexmotorischen Ganglienzellen einzugehen, während die von der Haut und den Schleimhäuten entspringenden sensiblen Fasern sich in den Hinterhörnern der grauen Substanz mit den an der Basis der Hörner liegenden Haufen multipolarer Zellen combiniren. Von diesen Zellen, welche 3, 4 bis 6 und mehr Fortsätze haben, würden die nach oben entspringenden Fortsätze die Faserursprünge für die die Empfindungen im Gehirn vermittelnden Fasern abgeben und zugleich andere nach der Quere in die Vorderhörner zu den grossen daselbst liegenden multipolaren Ganglienzellen, aus denen die motorischen Fasern ihren Ursprung neh-

---

*) Wie sich übrigens von selbst versteht, so betrachte ich das anatomische Moment nur als den einen Factor; der zweite, wichtigere, ist die Ausmittelung der physikalisch-chemischen Momente der Nervenzellen, zu deren Erkenntniss übrigens noch gar keine Angriffspunkte vorhanden sind.

men. Diese Fasern nach der Quere wären also Commissurenfasern, welche die Reize direkt von einer Ganglienzelle im Hinterhorn zu einer Ganglienzelle im Vorderhorn, indirekt von einer sensiblen Faser der hinteren Nervenwurzel zu einer motorischen Faser der vorderen Wurzel übertrügen. Von jeher sind vielen Physiologen die supponirten besonderen excitomotorischen Fasern neben den Empfindungsfasern zuwider gewesen; dieselben würden nach der letzten Annahme nun nicht mehr nöthig sein und eliminirt werden können. Es würden jetzt zwei Ganglienzellen für jeden Reflex nothwendig sein, während nach der ersten Annahme eine zureichte. Jede dieser Ganglienzellen müsste mindestens drei Schenkel resp. Fortsätze haben, einen für's Gehirn, einen für die Peripherie und einen zur Verbindung untereinander.

Ich habe versucht, von diesem Gesichtspunkt aus nochmals eine anatomische Untersuchung menschlicher im Weingeist und in Chromsäure gehärteter Rückenmarke vorzunehmen, bin aber zu keinem entscheidenden Resultate gekommen. Das Hinderniss liegt hier besonders in der so schwierig zu analysirenden Struktur der Hinterhörner der grauen Substanz, welche viel schwerer zu enträthseln ist, als die der Vorderhörner. Dass die vordere Commissur der grauen Substanz angehört, bloss die multipolaren Ganglienzellen der Vorderhörner verbindet, dass die motorischen Fasern von den Ganglienzellen entspringen und sogleich in ihre entsprechenden Wurzeln eintreten, ist viel leichter wahrzunehmen. Ob aber die von den Hinterhörnern der grauen Substanz deutlich zu den grossen Ganglienzellen der Vorderhörner sich begebenden Fasern vorher in den Hinterhörnern sich mit Ganglienzellen verbinden und von diesen erst graue Commissurenfasern zu den motorischen Ganglienzellen der Vorderhörner begeben, ist mir zweifelhaft geblieben. In der That sind die gegen die hintere Rückenmarkspalte und gegen den Centralkanal zu Haufen bildenden multipolaren Ganglienzellen der Hinterhörner kleiner, 3 bis 6strahlig, während die in den Vorderhörnern 12 bis 20strahlig sind. Die zwischen beiden Zellenmassen liegenden schief verlaufenden Fasern würden als die Commissurenfasern zu betrachten sein. Hier sind Lücken in den Beobachtungen, welche ich nicht

auszufüllen vermag*). Von den in den Hinterhörnern liegenden Ganglienzellenhaufen gehen auch hinter dem Centralkanal Commissurenfasern quer hinüber zu den Ganglienzellenhaufen der anderen Seite.

Die sogenannten Mitbewegungen erlangen durch die von mir aufgefundenen Thatsachen ein neues Licht. Ich weiss sehr wohl, dass man neuerdings alle Mitbewegungen, sowie die Mitempfindungen zu läugnen sucht, aber gewiss mit Unrecht. Ich nehme zwei Klassen von Mitbewegungen an: 1) solche, welche angeboren und durch einen unabänderlichen Mechanismus das ganze Leben auf eine nicht zu beseitigende, dem Zweck der Funktionen dienende Weise mit anderen automatischen oder intendirten Bewegungen zwangsmässig verbunden sind. Dahin rechne ich z. B. die Contraktion der Pupille bei kräftiger Zusammenziehung der *m. m. recti interni* in der Convergenzstellung beider Augenaxen beim Nahesehen. Ich erkläre dies aus einer anastomotischen Verbindung der multipolaren Ganglienzellen im Kerne des *nerv. oculomotorius* unterhalb der Sylvischen Wasserleitung, welche die Ursprungsfasern des *musc. rectus internus* abgeben, mit anderen Ganglienzellen, aus denen die Sphinkterenmuskelfasern der Iris ihre Nerven erhalten**). 2) Zur zweiten Klasse von Mitbewegungen rechne ich diejenigen, höchst zahlreichen, welche sich durch

---

*) Diese Lücke hat auch Schilling in seiner trefflichen, unter Bidders Leitung erschienenen Schrift: de medullae spinalis textura. Dorpat. 1852 nicht ausgefüllt. Merkwürdiger Weise spricht Schilling gar nicht von den Ganglienzellen der Hinterhörner, welche doch schon Lockhart Clarke kannte und abbildete.

**) Dass ich die im Bezirk der Hirnnerven z. B. in der Region der Sinneswerkzeuge vorkommenden Bewegungen meinem Systeme von multipolaren Ganglienzellen unterordne und im Wesentlichen dieselben Bedingungen, wie im Rükkenmarke anzunehmen geneigt bin, habe ich schon in meiner letzten Mittheilung „über die Elementar-Organisation des Gehirns“ erwähnt. Wem für die Sinnesnerven, wie namentlich für Seh- und Hörnerven die Annahme eigener excitomotorischer Fasern noch bedenklicher erscheinen mag, als für die Rückenmarksnerven, dem möchte ich entgegnen, dass gewiss ein Theil der Reflexbewegungen, welche man sich durch die Fasern der Sinnesnerven vermittelt denkt, den excitirenden Fasern des *trigeminus* und *vagus* zukommt. Was wäre übrigens nicht alles in der Retina noch möglich, wenn man an die complicirten Nervenelemente und deren Zusammensetzung denkt, wie sie neuerdings von H. Müller, Kölliker und Corti dargestellt wurden, denen ich, so weit ich die Sache selbst geprüft habe, beistimmen muss?

Uebung beseitigen lassen, z. B. die bei intendirten Bewegungen einzelner Finger wider den Willen mit erfolgenden Bewegungen anderer Finger. Hier tritt die allbekannte Erfahrung auf, dass in Folge vielfältiger Uebung alle isolirten Erregungen einzelner Muskeln und Muskelapparate uns allmälig leichter werden, daher denn auch Kinder noch mit vielen Mitbewegungen behaftet sind, welche Erwachsene längst unbemerkt beseitigt haben. Eine Erklärung dafür ist nach meiner Annahme zahlreicher anastomotischer Verbindungen zwischen den die einzelnen Muskeln beherrschenden multipolaren Ganglienzellen leicht. Die Willensimpulse werden nach dem einfachen Gesetze der Uebung und Gewohnheit die zur Realisirung ihrer Zwecke nöthigen Bahnen schon finden lassen. Dies kann unmöglich für einen so fein gegliederten und seiner Seele im normalen Zustande so dienstbaren Organismus schwer fallen, welcher im Stande ist, beim Gesang die feinsten Spannungsverhältnisse der Muskeln seines Kehlkopfes zu empfinden und für das Bedürfniss der Modulationen seiner Stimme abzuändern, ohne dazu der anatomischen Kenntnisse zu bedürfen. Begreiflicher Weise wird es meiner Ansicht auch nicht schwer, die zahlreichen pathologischen Mitbewegungen, welche z. B. im Veitstanz in grösster Ausdehnung auftreten, zu erklären, indem hier die sonst vom Willen beherrschten multipolaren Zellen mit ihrem gesammten System von Anastomosen den unbekannten Mächten krampferregender Potenzen freigegeben sind, mit welchen sich abzufinden ich den Pathologen überlassen muss.

Ich komme an die Mitempfindungen. Diese hat man in neueren Zeiten, wie es z. B. durch Valentin, Ludwig u. a. m. geschehen ist, ebenfalls aus der Physiologie zu entfernen gesucht. Abgesehen von den zahlreichen pathologischen Mitempfindungen kann man manche auf Reize eines peripherischen Punktes zugleich an einem anderen entfernten peripherischen Punkte entstehende Empfindung nicht anders erklären. Ich erinnere nur z. B. an die Empfindung in den Zähnen bei Schallerschütterungen, an den Kitzel und Hustenreiz im Kehlkopf bei mechanischer Reizung des äusseren Gehörorgans, dann an die eigenthümliche Empfindung am Ausgang der Harnröhre, wenn man in der Nabelgrube kratzt, welche bei beiden Geschlechtern vorkommt. Hier wird überall die

Reizung des einen Punkts die Erregung eines benachbarten oder entfernten Punktes im Centrum hervorrufen, der selbst mit dem anderen peripherischen Punkt in anatomischer Verbindung steht. Wir versetzen den zweiten Punkt gemäss der excentrischen Erregung, welche als allgemeines Gesetz gilt, nach der Peripherie. Dieser Punkt kann im Rückenmark oder im Gehirn liegen. Nun habe ich früher von einzelnen zerstreuten multipolaren Ganglienzellen in den Hinterhörnern gesprochen, von welchen eine einzelne Leitungsfaser zum Gehirn emporzusteigen scheint, während sich mehrere peripherische Fasern darin sammeln. Es wäre möglich, dass diese Zellen bei den Mitempfindungen betheiligt sind, indem eine solche Zelle sensible Fasern mit verschiedenem peripherischen Verlauf aufnehmen kann; auch könnte eine solche Zelle eine Commissur nach einer anderen sensiblen Zelle schicken. Jedenfalls scheinen mir diese Spuren zur Aufklärung dunkler Verhältnisse des Verfolgs werth.

Es konnte begreiflicher Weise nicht meine Absicht sein, in diesem kurzen Aufsatz den Gegenstand erschöpfend zu behandeln und die weiteren Gründe für die eine oder andere Reflexhypothese zu entwickeln. Hier sind vor Allem noch sehr schwer wiegende Fragen in Betracht zu ziehen, nämlich in wieweit die Dimensionsverhältnisse des Rückenmarks die Annahme so vieler Faserelemente gestatten. Schon eine oberflächliche Betrachtung lehrt aber, dass ein System von Ganglienzellen mit Faserursprüngen und Commissuren ungemein geeignet sein muss, den vielfachen Wegen der Innervationserscheinungen als fester Boden zu dienen und dabei die weiseste Raumersparung zu gestatten, auf die es überall in den organischen Werkstätten abgesehen ist. Wie ich aber auch die physiologischen Thatsachen mit den anatomischen zu vereinigen suchen mag; immer fester und entschiedener stellt sich bei mir die Ueberzeugung von einem fest verbundenen anatomischen Gerüste aller Nervenelemente, mit Ausschluss aller Wirkung auf dem Wege bloser Contiguität! Die unmittelbare anatomische Betrachtung unterstüzt keine andere Annahme; ihr steht als wohlbegründetste und sicherste aller physiologischen Thatsachen zur Seite: Jede

Nervenleitung wird unterbrochen, sobald die Fasern getrennt werden und selbst die innigste Berührung der Enden vermag die Leitung nicht wieder herzustellen. So lange man die Ganglienzellen bloss als eine Belegungsformation für die Fasern kannte, konnte man alle Theorieen auf Contiguität gründen und musste sich dazu berechtigt halten. Jetzt muss diese ganze Betrachtungsweise aufgegeben werden.

Nachdem die vorliegenden Untersuchungen abgeschlossen waren, durch welche ich glaube den Schlüssel zur Kenntniss des wesentlichen inneren Bau's und der Zusammenfügung der Elementartheile des Gehirns und Rückenmarks gefunden zu haben, erhielt ich eine Arbeit, welche ein neues Licht über die Zusammensetzung des Gangliensystems zu verbreiten scheint. R. Remak hat in einer der Akademie der Wissenschaften in Berlin übergebenen Abhandlung*) Untersuchungen „über multipolare Ganglienzellen" bekannt gemacht, in welcher derselbe auch auf mehrere von mir gegebene Mittheilungen eingeht. Bei frisch untersuchten Zitterrochen fand er in den elektrischen Lappen wesentlich denselben von mir beschriebenen Bau, d. h. er sah die Lappen nur aus multipolaren Ganglienzellen gebildet und die Fortsätze in dunkelrandige Primitivfasern übergehen. Die Commissurenfasern konnte er nicht finden**). Aehnliche Faserursprünge fand Remak in seinen Querschnitten des Rückenmarks von Menschen und vom Rind, die er von Stilling erhielt, welcher letztere auch motorische Faserursprünge aus den Ganglienzellen der grauen Vorderstränge wahrgenommen hat. In den Spinalganglien der Knorpelfische fand Remak, ganz übereinstimmend mit mir, nur bipolare Ganglienzellen, in den Spinalganglien des Menschen und der Säugethiere aber

---

*) Monatsberichte d. Akademie. Januar 1854.

**) Diese sind allerdings schwieriger, als die Faserursprünge wahrzunehmen, aber von mir, Meissner und Billroth deutlich gesehen worden. S. diese Nachrichten. October 1851, Nr. 14.

bipolare und unipolare. Bei letzteren fand er nicht selten Theilungen des einfachen Fortsatzes in zwei Fasern. Die wichtigsten neuen Entdeckungen betreffen die sympatischen Ganglien. In diesen fand Remak Zellen mit 3 bis 12 Fortsätzen. Besonders zahlreiche Verästelungen kommen in den Ganglienzellen des *plexus solaris* vor. Die bipolaren sind hier alle nur scheinbar, indem sich die beiden Stammfortsätze später verästeln. Die multipolaren Ganglienzellen der sympathischen Grenzganglien in der Bauch- und Brusthöhle sah Remak mittelst ihrer Fortsätze in Axencylinder dunkelrandiger Nervenfasern übergehen. Er glaubt ferner aus seinen Beobachtungen schliessen zu müssen, dass sich die multipolaren Ganglienzellen sowohl mit sensiblen Fasern und Zellen in den hinteren Wurzeln, als mit motorischen Fasern in den vorderen Wurzeln anatomisch combiniren. Remak knüpft daran theoretische Betrachtungen, wegen welcher ich auf die jedenfalls sehr interessante Abhandlung verweise. Der Verfasser verwirft zwar die Annahme eigener trophischer Fasern, erklärt es für zweifelhaft, ob den hierher gehörigen Ganglienzellen eine centrale Bedeutung zukomme, hält aber, da ein unmittelbarer Zusammenhang der multipolaren Zellen mit motorischen und sensiblen Fasern sich nachweisen lässt, eine Uebertragung von Erregungen nach der Peripherie, wie nach dem Centrum (Gehirn und Rückenmark) für wahrscheinlich.

Ich habe seit den letzten Jahren in Folge eines Gefühls völliger Aussichtslosigkeit, zu irgend einem Resultat zu kommen, sowohl die mikroskopische als experimentale Untersuchung des Gangliensystems verlassen, in der Ueberzeugung, dass es am Ende eher möglich sein werde, in die bisher ebenfalls so unzugänglich gewesene Struktur des Gehirns und Rückenmarks einzudringen und dass jedenfalls die Erkenntniss dieser letzteren auch wieder Licht werfen werde auf die Constitution des sympathischen Systems. Nur die Spinalganglien und das *ganglion Gasseri* bei Menschen und Säugethieren habe ich öfter untersucht. Uebereinstimmend mit Remak fand ich hier niemals multipolare Ganglienzellen, wohl aber nicht selten einzelne, wo der eine Pol in einen kurzen einfachen Fortsatz auslief, der sich bald in zwei Aeste (offenbar Faseranfänge), einen dickeren und einen dünneren, theilte. Ich schloss

daraus, dass es so zu sagen tripolare Ganglien gebe. Die Art der Untersuchung (Zerfaserung) welche allein möglich ist, macht es unmöglich zu bestimmen, ob die doppelte Faser nach der Peripherie oder nach dem Centrum gerichtet ist. Ist sie, wie wohl wahrscheinlich, nach der Peripherie gerichtet, so schliesse ich daraus auf eine Faservermehrung in den Ganglien. Was ich noch sonst in den Ganglien, namentlich in den sympathischen gesehen, lässt mich allerdings vermuthen, dass es bei den höheren Wirbelthieren neben den bipolaren Ganglienzellen auch unipolare gibt. Kommen aber wirklich zahlreiche multipolare Ganglienzellen im sympathischen System vor, wie es nach Remak evident scheint, so würde ich um so mehr meine frühere Opposition gegen eine gewisse Selbstständigkeit des sympathischen Systems aufgeben müssen. Alles wohl erwogen, würde ich im Bestätigungsfalle der Remak'schen Entdeckungen nach meiner jetzigen Kenntniss des Nervensystems annehmen: dass die Gegenwart multipolarer Ganglienzellen jedem Gebiete, wo sie nur vorkommen, den Charakter eines Centraltheils gibt, indem sie Uebertragungen eigenthümlicher Innervationserscheinungen, wie verschiedener Art dieselben auch sein mögen, von einer Faser auf die andere vermitteln. Aber ebenso müsste ich da die Ansicht festhalten, welche ich früher aussprach, dass die Ganglien verschiedener Natur sind, namentlich dass die Spinalganglien, die Ganglien des *trigeminus* und *vagus* nur als Anhäufungen solcher Ganglien zu betrachten sind, welche in der Mechanik der sensiblen Fasern ausschliesslich eingreifen, während z. B. die Ganglienmassen des *plexus solaris* sowohl sensible, als motorische Fasern des Rückenmarks aufnehmen, als Ursprungsquellen neuer Fasern sind und dass die hier vorkommenden multipolaren Zellen höchst wahrscheinlich auch Commissurenfasern abgeben. Ein ganz neues Licht würde auch auf das Nervensystem der Evertebraten fallen und es würden sich neue Vergleichungspunkte mit den Wirbelthieren stellen. Ja selbst für das dunkelste Kapitel aller Innervationserscheinungen, für die des Herzens, könnten sich daraus einige neue Anhaltspunkte gewinnen lassen. Ueber die Innervation des Herzens habe ich im Verlauf dieses Winters eine noch nicht beendigte Reihe von Experimenten in Gemeinschaft mit den Herren Heusinger aus Marburg und Spiess aus

Frankfurt angestellt, worüber ich demnächst der K. Societät der Wissenschaften in einer neunten Fortsetzung der neurologischen Untersuchungen Mittheilungen zu machen hoffe. Das Erfreulichste aus Remak's Mittheilungen ist für mich die Hoffnung gewesen, vielleicht im Gebiet des sympathischen Systems aus einem unerfreulichen Chaos mikroskopischer Bilder zu einer wohl abgerundeten physiologischen Gesammtanschauung zu kommen. Es bedarf kaum einer Hindeutung, dass die Remak'sche Mittheilung über den Sympathicus und meine Mittheilungen über Gehirn und Rückenmark wichtige Vergleichungspunkte bieten.

Späterer Zusatz.

Beide voranstehende Aufsätze behandeln im Wesentlichen eine und dieselbe Materie: den elementaren Bau des Gehirns und Rückenmarks und geben zugleich Andeutungen, welche Aussichten sich für die Physiologie daran knüpfen.

Ehe ich auf den Gegenstand in diesem Nachtrage speeieller eingehe, möchte ich die Frage erläutern, ob überhaupt an die gewählte Methode sich Hoffnungen für eine zukünftige Physiologie der Centraltheile, mithin allerdings indirekt für die Psychologie knüpfen, insoferne die Seelenthätigkeiten an die Hirnthätigkeit gebunden sind.

Meine ganze Anschauung über den Bau der Centraltheile ist auf eigene, seit Jahren fortgesetzte mikroskopische Analysen gegründet. Von der Richtigkeit der Hauptresultate mache ich meine physiologischen Anschauungen abhängig.

Ich werde völlig in der Irre gehen, wenn sich der Satz des trefflichen Lotze bewahrheitet. Dieser geistvolle Psycholog setzt meinen Bestrebungen im Gebiete der mikroskopischen Encephalotomie eine These entgegen, welche Volkmann einst in Bezug auf das Herz gegen mich aufgestellt hat, indem er in dem Vorworte zu seiner medizinischen Psychologie sagt: „Ich muss die Worte Volkmann's über die Untersuchung der Herzthätigkeit auch auf den Gegenstand meines Buches anwenden: Mikroskopische Untersuchungen in diesem Gebiete werden nie zu erheblichen Aufschlüssen führen, weil selbst die bewährteste Beobachtung ein vieldeutiges Ding ist. Mit solchen Beobachtungen macht Jeder, was

er will; was er mit ihnen machen darf, das hängt von schon erworbenen physiologischen Erfahrungen ab.“

Würde sich diese Ansicht, wie sie hier steht, vollkommen rechtfertigen lassen, so würde man Jedermann, der nicht blosse Kärnerdienste in der Wissenschaft thun will, rathen müssen, eine so wenig lohnende Arbeit, die mit einem ungeheueren Opfer an Zeit und Mühe verknüpft ist, niemals in Angriff zu nehmen.

Wir haben zwei Methoden in der Physiologie, wodurch wir dem denkenden Verstand für die philosophische oder mathematische Behandlung den Stoff liefern. Dies ist die Beobachtung und das Experiment. Jener Behauptung, welche den Werth insbesondere der anatomischen Beobachtung verwirft, stelle ich die Antithese entgegen und sage:

„Die bewährtesten Experimente in der Physiologie haben zu vieldeutigen Schlüssen geführt und am meisten da, wo eine sichere anatomische Grundlage fehlte; Experimente, wie Beobachtungen liefern uns Thatsachen, welche sich gegenseitig controlliren müssen, wenn man darauf Theorieen gründen will.“

Obwohl in der Physiologie eine solche scharfe Trennung zwischen Beobachtung und Experiment nicht, wie etwa in der Geognosie vorhanden ist, so kann man doch sagen: die mikroskopische Untersuchung beruht vorzugsweise auf Beobachtung, sie ist ein Theil der auf Beobachtung gegründeten Anatomie.

Ueber den Werth zwischen Beobachtung und Experiment äussert sich aber ein Physiolog, dessen Aussprüche man nicht gering achten wird: „Der Umgang mit der lebenden Natur geschieht durch Beobachtung und Versuch. Die Beobachtung schlicht, unverdrossen, fleissig, aufrichtig, ohne vorgefasste Meinung; der Versuch künstlich, ungeduldig, emsig, abspringend, leidenschaftlich, unzuverlässig“.*)

Ich bin nicht gewillt, die vortrefflichen rein experimentalen Arbeiten in der Physiologie, welche zu den schönsten Resultaten führten, herabzusetzen. Aber ich behaupte, dass an Ordnung und Klarheit kein Theil der Physiologie dem Standpunkte der heutigen

*) Johannes Müller zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinns. S. 20.

Entwickelungsgeschichte gleichkommt, welche fast gänzlich ein Resultat der Beobachtung ist.

Man kann zugeben, dass mikroskopische Beobachtungen vielfach zur blossen Spielerei werden und es erregt immer einiges Grausen, wenn man ein eigenes Geschlecht von Forschern, unter dem Namen „Mikroskopiker“ aufgestellt findet. Dies ist etwa gerade so, als wenn man unter den Malern eigene „Farbenmischer“ unterscheiden wollte. Die mikroskopische Beobachtung ist ein Geschäft, das der Physiolog eben so als integrirenden und nicht zu vernachlässigenden Theil seiner wissenschaftlichen Untersuchung betreiben muss, wie der Maler das Farbenmischen, als einen wesentlich zu übenden Theil seiner Kunst.

Ohne Kenntniss der anatomischen Struktur wird sich niemals die Thätigkeit eines Organs sicher ergründen lassen. Es ist aber nicht abzusehen, warum sich nicht durch Vereinigung vieler mikroskopischer Bilder die oft verhüllte und schwer erkennbare Struktur eines Organ's vollständig herausentwickeln kann, welche dann mit einem Schlage viele durch das Experiment gewonnene Thatsachen zu einem lichtvollen Ganzen vereinigt und dann erst die Aufstellung einer Theorie möglich macht. Bowmann's Erkenntniss des Baus der Niere ist hiefür ein glänzendes Beispiel; erst hierdurch ward eine vollkommene Einsicht in den Mechanismus der Harnsekretion möglich.

Alle wirklich grossen und bedeutenden Forscher haben der Beobachtung und dem Experimente jedem seine eigenthümliche wichtige Stelle angewiesen. Dass eine sinnige anatomische Betrachtung oft die wichtigsten physiologischen Entdeckungen anticipirt hat, zeigen die zwei bedeutendsten Erscheinungen in der Geschichte der Physiologie der letzten Jahrhunderte. Aus der Anwesenheit der Klappen in den Venen schöpfte Harvey seine ersten Ideen vom Kreislaufe des Bluts und die anatomische Betrachtung der Ganglien an den hinteren Wurzeln der Spinalnerven und des *trigeminus* führten Bell zu seiner berühmten Entdeckung der verschiedenen Funktion beider Wurzeln der Rückenmarksnerven. Bell sagt:*) „In der Ueberzeugung bestärkt, dass die Anatomie,

*) In der Uebersetzung von Romberg p. XV.

wenn nur der rechte Weg eingeschlagen wird, aus der Verwirrung die Ordnung hervortreten lassen würde, schritt ich zur Untersuchung der Hirnnerven. Würde ich mit dem Experiment angefangen haben, so wäre ich von der Wahrheit entfernt geblieben."

Wie gering und wie unsicher die Resultate sind, welche man aus den bisherigen Experimenten am Gehirn lebender Thiere gewonnen hat, kann man aus dem Munde des Verfassers eines der neuesten physiologischen Lehrbücher vernehmen. *) Derselbe hat die bisherigen Versuche witzig genug, wenn auch nicht ganz zutreffend, damit verglichen, wenn Jemand, um von einer Uhr sich eine Kenntniss zu verschaffen, mit einer Pistole hindurchschösse. Er hat die hieher gehörigen Forscher mit dem Namen der „Hirnbohrer" beehrt.

So roh und unvollkommen in der That diese Experimente sind, so lassen sich doch solche Versuche bei dem kompletten Mangel anderer zureichender Methoden, nicht blos entschuldigen, sie sind selbst noch unentbehrlich **).

Haben etwa die chemischen Untersuchungen des Gehirns und Rückenmarks oder anderer Nervenparthieen besondere Aufschlüsse gegeben? Ich frage alle Physiologen unserer Zeit und Jeder wird antworten, dass uns auch die neuesten Analysen fast gar nichts geliefert haben, was irgend in der Nervenphysiologie verwerthet werden könne. Für die sich hier aufdrängende Fragen ist der Zustand der sonst so wichtigen physiologischen Chemie völlig unzureichend, auch wenn man bei der Auswahl der zu analysirenden Substanzen zweckmässiger verführe, als es bisher geschehen ist.

Die feinen physikalischen Methoden, welche Dubois-Reymond in die Nervenphysiologie eingeführt hat, bezeichnen einen grossen und wichtigen neuen Fortschritt auf diesem Gebiete. Diese Forschungen haben uns mit den elektro-motorischen Eigenschaften

*) S. Ludwig Lehrbuch d. Physiologie d. Menschen. Mehrere Stellen.

**) Einiger Fortschritt zum Besseren ist in den neueren Methoden von Bernard, von Türk in Wien und anderen gegeben, welche möglichst einfach mittelst Nadeln bei verschlossenem Schädel Verwundungen vornehmen, auf die man sich vorher genau eingeübt hat. Hiebei werden störende Momente, wie Abkühlung, Blutung u. s. w, möglichst verhütet.

der Nervenprimitivfasern bekannt gemacht und gezeigt, dass diese elektromotorischen Verhältnisse im wesentlichen Zusammenhange mit gewissen physiologischen Innervations-Erscheinungen stehen. Ueber einen anderen grossen Theil, gerade den wichtigsten der Nervenphysiologie, nämlich die Funktionen der Centraltheile, der grauen Substanz, der Ganglienzellen haben uns diese Forschungen bisher keinen Aufschluss gegeben.

Die weisse Hirn- und Rückenmarkssubstanz, die graue Substanz, durch deren Erregung so wesentlich verschiedene Erscheinungen zu Stande kommen, haben keine elektromotorische Verschiedenheit ergeben.

Der Multiplikator erweisst sich also für diese Verhältnisse bis jetzt als unbrauchbar. Es ist keine Hoffnung, dass uns derselbe ähnliche Aufschlüsse über die Ganglienzellen gebe, wie über die Primitivfasern.

Ehe dies Erforderniss gelöst ist, kann wohl kaum die schon seit hundert Jahren ventilirte Frage zur Entscheidung gebracht werden, ob das sogenannte Nervenprinzip und die Elektricität identisch sind. Der Versuch eines wirklichen Beweises dieser Identität ist bis jetzt auch von Dubois nicht gemacht worden. So lange aber dieser Beweis nicht geliefert ist, dürfte, so bedeutend auch die neueren Arbeiten über die elektromotorischen Eigenschaften der Nerven sind, die neuerdings ausgesprochene Meinung *) „dass ein genaues allseitiges Studium der elektromotorischen Eigenschaften zur vollständigen Erkenntniss der Vorgänge, die wir als Nerventhätigkeit zu begreifen pflegen, führen werde“ als vorschnell zu betrachten sein.

Was bleibt uns also übrig, als unser Heil zunächst auf anatomischem Gebiete zu suchen. Die gröbere anatomische Untersuchung, die vergleichende Betrachtung des Hirnbaus der Thiere hat uns wenige Anhaltspunkte gegeben. Die pathologische Anatomie kann Aufschlüsse geben, aber auf langsamem und mühsamen Wege.

Versuchen wir es noch einmal mit der mikroskopischen Untersuchung. Denn so wenig Hoffnung auch Männer, wie Lotze,

*) Eckhard Grundzüge der Physiologie des Nervensystems. 1853.

dabei haben werden, ich wage mir ein besseres Resultat zu versprechen, und baue um so mehr darauf, als Lotze selbst auf einzelne, rein durch mikroskopische Untersuchungen gewonnene Resultate seine wichtigsten Betrachtungen gründet, wie z. B. auf die Lehre vom isolirten Verlaufe der Primitivfasern.

Zwei Methoden, von denen keine allein ausreicht und die sich gegenseitig ergänzen, halte ich für die besten.

Die eine ist die Methode von Stilling; sie ist am meisten beim Rückenmark und verlängerten Mark anwendbar. Mittelst sehr dünner wagrechter und senkrechter Durchschnitte verschafft man sich eine Einsicht in die Aneinanderreihung der Theile und in die Ursprünge der Nerven.

Wer sich hiemit beschäftigen will, um wenigstens eine oberflächliche Einsicht zu bekommen, dem empfehle ich zweierlei Härtungsmethoden, von denen jede ihre eigenthümliche Vortheile hat.

Man nimmt möglichst frische Stücke vom Rückenmark von Menschen und Thieren und legt sie ein oder zweimal vier und zwanzig Stunden in schwachen Weingeist, dann einige Tage in stärkeren, dann in absoluten Alkohol, wo sie dann, besonders bei kühlerer Temperatur, meist in 8 Tagen sich so verhärten, dass man mit einem Rasirmesser oder einem eigens dazu gemachten, sehr scharfen, platten, dünnen Messer senkrechte und wagrechte Durchschnitte macht, wie bei Stilling näher zu ersehen ist.

Ein zweites Mittel ist die verdünnte Chromsäure, so angewendet, dass z. B. Stücke vom Rückenmark in einigen Wochen ganz hart, jedoch nicht brüchig werden. Ich habe keine Versuche über den prozentischen Gehalt gemacht. Ohnedies muss die Stärke verschieden je nach der Dicke der Stücke, die eingelegt werden, sein und ist auch von der Temperatur abhängig. Beim Rückenmark der Katze, das ich vorzugsweise empfehle, da dasselbe gerade den rechten Durchmesser hat, um passende Segmente von hinreichender Dünne auch bei geringerer Uebung im Schneiden abzutragen, muss die Lösung eine dunkle weingelbe Farbe haben. Während nach einigen Wochen die Marksubstanz hier dunkelolivengrün ins braune gefärbt wird, erhält die graue Substanz eine helle schmutziggelbe Farbe und es sticht die bekannte H förmige Figur auf dem Querdurchschnitt so ab, dass sie wie künstlich an-

gestrichen erscheint, so dass man mit blossem Auge, noch besser mit der Loupe, die Anordnung der Commissuren um den Centralkanal u. s. w. verfolgen kann. Zwischen dem Compressorium kann man die grossen Ganglienzellen der Vorderhörner mit blossem Auge als kleine durchsichtige Punkte erkennen.

Jede der beiden Methoden, Härtung durch Weingeist und Chromsäure, hat, wie erwähnt, ihre eigenthümlichen Vortheile.

In der Herstellung sehr dünner Segmente, auch dickerer Rückenmarke, wie des Menschen, hat es Stilling in Cassel zu einer grossen Virtuosität gebracht. Er bewahrt die einzelnen Präparate zwischen Glasplatten und unter Verkittung der Ränder auf eine sinnreiche Weise auf. Ich will der Bekanntmachung derselben nicht vorgreifen, da Stilling ein neues grosses Werk über das Rückenmark vorbereitet.

Indess führt die Stilling'sche Methode nicht allein zum Ziele. Es muss mit derselben die Zerfaserung mittelst Nadeln verbunden werden. Hiezu passen Weingeistpräparate nicht; auch stark gehärtete Rückenmarke in Chromsäure eignen sich wenig. Man muss zu diesem Zweck stärker verdünnte Chromsäure wählen und in dieselbe nicht allzufrische, sondern zwei bis drei Tage alte Stücke vom Gehirn und Rückenmark einlegen und die Untersuchung dann nach 6 bis 8 Tagen vornehmen. Sie halten sich auch länger, werden aber nach einigen Wochen unbrauchbar; dabei nimmt die verwendete Chromsäure einen Stich in's grüne an. An solchen Präparaten ist die Erhärtung nur an der Oberfläche erfolgt; in der Tiefe ist die Substanz weicher geworden, dadurch aber gerade lösen sich die Elemente bei der Zerfaserung leicht und schön; man erkennt alles genau, indem in den Kapillaren selbst die Blutkörperchen ihre Form behalten haben.

Der Vortheil scheint mir hier darinnen zu liegen, dass die Chromsäure die im Innern sich entwickelnde Fäulniss verlangsamt. Daher man denn auch am Gehirn in der Luft oft gute Präparate erhält. Es muss aber in beiden Fällen das richtige Stadium gewählt werden. Zu frische Präparate sind unbrauchbar, weil die Elemente sich nicht gut lösen, zu sehr faule auch nicht, weil die Elemente, insbesondere die Ganglienzellen mit ihren Fortsätzen, die nöthige Konsistenz verloren haben.

Mittelst solcher Präparate habe ich nun vorzüglich das Gehirn bearbeitet und einzelne Partheen des Rückenmarks; letzteres jedoch nicht nach seiner ganzen Ausdehnung und behufs der Ausmittelung des gesammten Baus von der Medulla bis zum *Conus medullaris*. Jedes Segment des Rückenmarks ist gewissermassen ein Ganzes für sich und enthält alle wesentlichen Elemente. Stilling wird hoffentlich die Aufgabe lösen und die Anordnung im ganzen Verlaufe beschreiben.

Allmählig bin ich durch mosaikartige Zergliederung der Centraltheile zu den Ueberzeugungen gekommen, welche ich in den beiden vorstehenden Abhandlungen aussprach und welche mit den bisherigen Annahmen zum Theil im fundamentalen Gegensatz stehen.

Bekanntlich wurden durch die bahnbrechenden Arbeiten von Valentin die Ganglienzellen im centralen und pheripherischen Nervensystem als eine reine Belegungsformation aufgefasst.

Die Folge davon musste die Aufstellung des Prinzips der Contiguität sein. Fasern und Ganglienzellen sollten nur durch Berührung auf einander wirken.

Ich gründe auf meine Untersuchungen in fortschreitender Vervollkommnung das Princip der Continuität.

Die Ganglienzellen zerfallen in bipolare und multipolare. Unipolare halte ich noch für unsicher. Apolare verwerfe ich.

Die Fasern zerfallen in zwei Haupt-Formationen, peripherische und centrale. Letztere kann man auch Commissurenfasern nennen. Jedoch ist hier noch eine Verwechslung möglich. Es gibt nämlich doppelcontourirte Commissurenfasern, welche den peripherischen ganz gleich gebaut sind und die den grössten Theil der weissen oder Markfasern des Gehirns und Rückenmarks ausmachen und sehr entfernte Ganglienzellen mit einander verbinden und graue nicht doppelt contourirte Fasern, welche vorzugsweise als Commissurenfasern zwischen näher beisammen liegenden Ganglienzellen dienen.

Allmälig kam ich zur Ueberzeugung, dass wenigstens beim Menschen und den höheren Thieren alle Ganglienzellen des Gehirns und Rückenmarks multipolare sind. Ueberall, wo ich scharf

noch untersuchen konnte, war ich im Stande, bei den grösseren Ganglienzellen die vielstrahlige Bildung nachzuweisen.

Deshalb aber will ich nicht unbedingt absprechen, ob nicht doch hie und da in den Centraltheilen noch bipolare Ganglienzellen in die Continuität einzelner Fasern eingeschaltet sind, und namentlich halte ich für möglich, dass solche Bildungen bei den kleinen kernartigen Zellen, ähnlich wie in der Retina, vorkommen. Dies würde übrigens die Annahme des allgemeinen Princips des Baus im Gehirn und Rückenmark nicht stören, der wesentlich auf den multipolaren Ganglienzellen beruht.

Diese multipolaren Ganglienzellen müssen als kleine, ja als die kleinsten Centralapparate betrachtet werden, welche Wirkungen von Fasern zu Fasern übertragen. Es wäre möglich, dass es Thiere gibt, welche nur eine einzige multipolare Ganglienzelle besitzen, die dann der gesammten Innervation eines solchen Thieres vorzustehen vermag.

Mit der Zusammensetzung der Organisation vermehrt sich die Zahl der multipolaren Ganglienzellen. Dadurch entstehen die bekannten Nervencentra.

Besondere Systeme von solchen Gebilden häufen sich an einzelnen Orten an. Sie können sich als isolirte Bildungen von den übrigen Anhäufungen absetzen, aber eben so gut auch zwischen den übrigen im Gehirn und Rückenmark als sogenannte Kerne u. s. w. einlagern.

Als ich vor 7 Jahren die elektrischen Lappen analysirte, fand ich darin eine Anordnung, welche in mir den Grund zu meiner ganzen jetzigen Anschauungsweise legte. Die Untersuchung zu vervollständigen, eilte ich vor dritthalb Jahren wieder nach Triest von zwei strebsamen Schülern begleitet. Was ich in Pisa nur unvollkommen gelöst hatte, gelang hier vollkommen. Da wir hier ohne alle Reagentien, auch ohne Chromsäure arbeiteten, so fällt jeder Einwurf, jeder Zweifel weg.

Von Seite meiner Fachgenossen fand ich wenig Ermunterung. Nur Spring in Lüttich verkannte vom Anfang an die Bedeutung der Aufgabe nicht*) und die Senkenberg'sche Gesell-

*) In einer geistreichen Recension in den Münchner gelehrten Anzeigen. Jahrg. 1848. Nro. 215 – 219.

schaft in Frankfurt beehrte mich mit dem Soemmerring'schen Preis. Die auffallendste Nichtbeachtung dieser Verhältnisse geben die neuesten Arbeiten über die Physiologie des Nervensystems von Ludwig und Eckhard kund. Auch von Seite der physiologisch gebildeten Psychologen fanden diese anatomischen Untersuchungen nicht die Beachtung, eher Misstrauen.

Ein von mir hochverehrter Forscher, Lotze, dessen feine Durchdringung des ganzen physiologischen Materials vom philosophischen Standpunkt ihn vorzugsweise befähigt, ein Urtheil abzugeben, ist in einem Werke, das in den Händen aller Naturforscher und Aerzte sein sollte, gegen meine Ansichten vom Werthe und der Bedeutung der Ganglienzellen, insbesondere für das Seelenleben, aufgetreten.

Hätte sich Lotze einfach auf den Satz beschränkt, den er ausspricht*): „Davon kann wohl nicht die Rede sein, dass ein Haufen von Nervenzellen die Empfindung der Töne oder des Leuchtenden in sich erzeuge, sie können beide nur einen physischen Prozess herstellen, unter dessen Einfluss die Seele jene beiden Empfindungen hervorbringt", so würde ich ihm nur vollkommen beistimmen können und ihm überdies besonders dankbar sein, ein mögliches Missverständniss meiner Grundgedanken verhütet zu haben, das auf diesem Gebiete so leicht möglich ist.

Dagegen muss ich mich über andere Einwürfe des geistvollen Psychologen widerlegend äussern.

Lotze sagt: „Zu frühzeitig scheinen mir die meisten Versuche zu kommen, so lange wir diese Elemente noch gar nicht in ihrem zeitlichen Verhalten kennen. Wir sehen sie für beständige an, aber mit welchem Recht? Leicht möglich, dass sie in fortwährender morphotischer Umwandlung begriffen sind, und wenn dies der Fall wäre, würden über ihre Bedeutung ganz andere Muthmassungen wahrscheinlich werden, als wenn sie constante Glieder der Struktur der Centralorgane wären".

Ich glaube nicht, dass irgend ein Physiolog von Profession, welcher sich mit dem Studium dieser Gebilde beschäftigt hat, Lotze's Ansicht theilen wird. Selbst wenn man Rücksicht nimmt

*) Medizinische Psychologie. S. 348.

auf die wundersamen neuen Mittheilungen von Stannius, die aber selbst kaum in ihrer jetzigen Gestalt noch dazu dienen können feste Anhaltspunkte zu gewähren, wird man jenen Ganglienzellen keine so vorübergehende Existenz und Bedeutung zuschreiben können. In einem Apparat, wie Hirn und Rückenmark, wo ein Nadelstich hinreicht, die Mechanik der Bewegungen zahlreicher Muskeln zu verändern und zu zerstören, Bewegungen, zu denen sich die Ganglienzellen mindestens so verhalten, wie die Rollen der Fäden, welche das Auf- und Niederlassen eines Rouleaus vermitteln, ist für mich eine vorübergehende Existenz der Ganglienzellen ganz undenkbar. Nach allem, was wir über die Regeneration des Nervengewebes wissen, ist die Wiedererzeugung neuer multipolarer Ganglienzellen höchst unwahrscheinlich; nicht minder ist es die neue spontane Vermehrung dieser Gebilde. Diese Ganglienzellen bedürfen in hohem Grade der Blutzufuhr und des gewöhnlichen Stoffwechsels, dessen alle unsere Organe nöthig haben. Gehirn und Rückenmark müssen wie eine Uhr aufgezogen und gereinigt werden; die Räder des Mechanismus können durch Blutextravasate in ihrem Gange gehemmt werden und so lange stille stehen, bis die hindernde Masse fortgeschafft ist; aber die alten Spindeln und Räder mit ihren Zähnen und Kettengliedern halten aus und müssen aushalten bis sie durch Abnutzung unbrauchbar geworden sind und das Ende des Lebens eintritt.

Ich müsste bedauern, wenn meine Ansicht über die Grundorganisation der elektrischen Lappen allgemein zu solchen Missverständnissen Veranlassung gegeben haben sollte, wie sie Lotze in seinem Werke entwickelt, wornach es scheinen könnte, als hielt ich es für möglich, „dass die Elektricität sich aus der Reibung von Vorstellungsmassen erzeuge“ *).

Ich habe niemals eine andere Vorstellung gehabt, als dass alle die Elemente, aus denen das Gehirn gebaut ist, nichts anderes sind als Glieder mechanischer Apparate für die Nervenfunktionen, zu denen aber nothwendig die Seele in einem viel innigeren Verhältniss steht, als zu den anderen Körpertheilen.

---

*) A. a. O. S. 346.

Die Verwerthung aller dieser Apparate für die Seelenthätigkeit ist gänzlich unabhängig von der Frage nach der Natur der Seele, gerade so unabhängig, wie die Frage nach der Bewegung einer vorhandenen Maschine, für deren Mechanismus es ganz gleichgültig ist, ob sie durch Dampf, durch elektrische Kräfte, durch Menschenhände in das Spiel der ihr eigenthümlichen Mechanik versetzt wird. Meinen Apparat kann der Materialist, der keine Seele braucht und das Gehirn sich selbst das Denken machen lässt, eben so gut brauchen, wie der Christ oder Philosoph, der ohne individuelle Seelensubstanz sich keine moralische Weltordnung construiren kann, welche der Natur seines Denkens immanent ist.

Ich habe nie begreifen können, wie anatomische Untersuchungen irgend einen Werth oder Unwerth für die Entscheidung dieser Fragen haben sollen.

Erlaubt es die Vorstellungsweise irgend Jemandes sich eine Anschauung von der Denkkraft ungefähr so zu machen, wie der Baron Münchhausen eine von der Schwerkraft hatte, welche ihn zu dem Versuch antrieb, sich selbst beim Haarzopf aus dem Sumpfe zu ziehen, so mag er es auf seine Gefahr thun und wir wollen uns nicht mit denen herumstreiten, die nun einmal als Hirn-Automaten einer eigenen Seele durchaus los und ledig sein wollen.

Ich wiederhole: nicht die Physiologie nöthigt mich zur Annahme einer Seele, sondern die mir immanente und von mir unzertrennliche Vorstellung einer moralischen Weltordnung.

Aber ich finde kein einziges Faktum in der Physiologie, welches mich nöthigte, diese moralische Weltordnung und die Existenz einer Seele aus physischen Gründen aufzugeben. Im Gegentheile, ich finde auch im physischen Bau viele Gründe für eine Seelensubstanz, nur keine entscheidenden.*) Will man ein Bild

*) Wenn in rein empirischen Untersuchungen von der Seele geredet wird, so kann man sich eines gewissen ängstlichen Gefühls nicht erwehren, da man von vorn herein befürchten muss, missverstanden zu werden und auf einem so ernsten Gebiete Missverständnisse jeder Art sorgfältig vermeiden muss. Ich werde dabei immer an die Worte erinnert, welche Göthe an Soemmerring schrieb (S. Soemmerrings Leben S. 20): „So hätten Sie auch *meo voto* der Seele nicht erwähnt; der Philosoph weiss nichts von ihr und der Physiolog sollte ihrer nicht gedenken. Ueberhaupt haben Sie Ihrer Sache keinen Vortheil gebracht, dass Sie die Philosophen mit ins Spiel gemischt haben; diese Klasse versteht,

haben, unter welchem sich ungefähr ein Physiolog das Verhältniss zwischen Seele und Leib, zwischen Seele und Gehirn vorstellen kann, so sei dies ein Vergleich mit dem Lichtäther zu den pon-

---

vielleicht mehr als jemals, ihr Handwerk und treibt es, mit Recht, abgeschnitten, streng und unerbittlich fort; warum sollten wir Empiriker und Realisten nicht auch unsern Kreis kennen und unsern Vortheil verstehen? Für uns bleiben und wirken, höchstens jenen Herren manchmal in die Schule horchen, wenn sie die Gemüthskräfte kritisiren, mit denen wir die Gegenstände zu ergreifen genöthigt sind?"

In einem Punkte werden sich die crassesten Empiriker und die strengsten Moralisten zusammenfinden, nämlich in dem, dass die Seelenthätigkeiten der Individuen an die Integrität des Gehirns gebunden sind, mit anderen Worten, dass das Gehirn der materielle Träger der Seele ist.

Ganz unabhängig davon ist für eine ausserordentlich grosse Zahl von Erscheinungen die Frage, ob die Seele eine eigenthümliche immaterielle Substanz ist oder ob alle seelischen Thätigkeiten Produkte materieller in den Hirntheilen nicht blos ablaufender, sondern von denselben auch selbstständig erzeugter Prozesse sind. Für die Moral ist die Annahme der einen oder anderen Ansicht von fundamentaler Wichtigkeit. Für den reinen Physiker oder Physiologen, wenn er keine weitere Consequenzen für eine allgemeine Weltanschauung daraus zieht, ist die Frage, wenn nicht schlechthin gleichgültig, doch in sehr vielen Fällen durchaus irrelevant, nur für die höchsten und letzten Probleme von Bedeutung. So war es ja für Newton und die von ihm ausgegangene Emanationslehre des Lichts auch der Fall und dasselbe gilt für die jetzt herrschende Undulationstheorie. Sehr viele Erscheinungen in der Optik können beobachtet und zergliedert werden, ohne dass man die eine oder andere Hypothese zu Grunde legt und beide Hypothesen geben Erklärungen, wobei man lange nicht einig war, ob die eine oder die andere besser sei. Es ist unrichtig, wenn man die Newton'sche Hypothese für materieller hält, weil sie einen von den leuchtenden Körpern ausströmenden Lichtstoff voraussetzt. Die Undulationstheorie, deren Prinzipien in dem jetzt in der Physik allgemein angenommenen Standpunkt ruhen, wornach alle physikalischen Prozesse wesentlich aus mathematisch bestimmbaren Bewegungserscheinungen abgeleitet werden, bedarf durchaus ebenfalls eines feinen, wenn auch nicht ponderablen Stoffs, der alle Körper durchdringt, des Aethers.

Der Physiker oder Physiolog, welcher allein die Seelenerscheinungen untersucht, sofern sie sich im Gehirn und Nervensystem so zu sagen ablesen lassen, bedarf hiefür keiner sogenannten höheren Weltanschauung. Aber wir dürfen von dem physikalischen Forscher, wenn er sich blos auf rein physiologische Untersuchungen einlässt, auch fordern, dass er sich nicht anmasst, weitere Consequenzen daraus zu ziehen, was er von seinem Standpunkt aus nicht vermag. Er soll die moralische Weltordnung bestehen lassen. Für diejenigen Physiologen aber, für die es Bedürfniss ist, sich auch mit diesen höchsten Problemen zu beschäftigen, müssen wir voraussetzen, dass sie diese Fragen nicht nach dem physikalischen Maassstab beurtheilen.

Es mag erlaubt sein, hier in eine einfache und schlichte Betrachtung einzugehen.

Der Naturforscher erblickt in der physischen Welt eine völlige Harmonie aller Erscheinungen und eine gesetzmässige Ordnung aller Dinge. Für ihn ist die Welt eine höchst künstlich zusammengefügte Uhr, welche einmal aufgezogen,

derablen Massen. Der Physiker erklärt alle Erscheinungen des sichtbaren Lichts aus der Existenz und den mathematisch bestimmbaren Gesetzen der Wellenbewegung des Aethers, welcher selbst

---

einen ungestörten Gang zeigt. Fragt er nach dem Ursprung dieses Kunstwerks, so muss er sich nach zwei Seiten entscheiden. Entweder er nimmt an, dass sich dieses Kunstwerk selbst gemacht habe oder dass es gemacht worden ist. Entscheidet er sich für die erste Ansicht, so wird er Pantheist; die Annahme der zweiten Ansicht führt ihn zu einem Schöpfer.

Es gibt viele Naturforscher, welche zwar eine erste Schöpfung annehmen, aber dann behaupten, nach der Schöpfung sei die Welt sich selbst überlassen worden und werde durch die Güte ihres inneren Mechanismus erhalten.

Diese letztere Ansicht wird den geologischen Erfahrungen gegenüber schwer aufrecht zu erhalten sein. Der Geolog und Paläontolog entrollt vor uns Zustände des Erdballs, wo derselbe von ganz anderen organischen Wesen bevölkert war, und noch keines der jetzt lebenden Pflanzen und Thiere existirte. Physik und Physiologie lehren uns aber, dass in jenen unvordenklichen Zeiten ein Zustand der Erde vorhanden war, welcher ganz andere Bedingungen voraussetzt, als der gegenwärtige, der ohne einen neuen eingreifenden Schöpfungsakt nicht gedacht werden kann. Wir sehen hieraus handgreiflich, dass diejenigen Unrecht haben, welche behaupten, der Schöpfer kümmere sich nicht mehr um seine Schöpfung, da er zeitgemässe Reformen eintreten lässt.

Es ist vom Standpunkt des Naturforschers gar nicht abzusehen, warum nicht einmal wieder eine solche Epoche auf der Erde eintreten sollte, wo die jetzt darauf lebenden Wesen, wie die frühesten, auch wieder verschwinden und eine neue Schöpfung auftreten würde. So wird der Naturforscher niemals etwas gründliches einwenden können gegen Die, welche einer „neuen Erde“ warten.

Wir haben eben gesehen, dass eine Erklärung physikalischer Erscheinungen möglich ist, ohne Annahme einer moralischen Weltordnung. Eine Verwerfung der letzteren aber wird immer zu Absurditäten führen.

In allen physikalischen Erscheinungen finden die Naturforscher eine wunderbare Harmonie und Uebereinstimmung. Die Geschichte des Menschengeschlechts, ein Produkt der Handlungen von Millionen von Individuen, zeigt uns nur zum kleinen Theil einen festen gesetzmässigen Gang der Erscheinungen. Tausende von Phänomenen, von Handlungen erscheinen völlig sinnlos, ohne eine ausserirdische Ausgleichung. Hier weist alles auf eine zukünftige Lösung der Widersprüche hin und führt uns nothwendig zur Lehre von dem zukünftigen Gerichte und der Wiedervergeltung. Die ganze moralische Weltordnung würde ohne eine solche Annahme zum völligen Unsinn.

Eine solche Annahme aber ist unmöglich, ohne Existenz einer immateriellen individuellen Seelensubstanz, welche zeitlich mit dem Körper, insbesondere näher mit dem Gehirn verbunden ist.

Wie vom Standpunkte des Naturforschers gegen gewisse Glaubenssätze etwas eingewendet werden kann, ist mir immer unbegreiflich gewesen.

Warum sollte die Seele nach dem Tode nicht eine andere lokale Existenz haben, warum nicht die Erde verlassen können?

Wo auch dieser Ort sein möge, in welchem sich die Seelen versammeln, wir können uns vom Standpunkt der Naturforschung denken, dass eine Ueberpflanzung in einen andern Weltraum eben so schnell und leicht erfolgen kann, wie die Fortpflanzung des Lichts von der Sonne zur Erde. Diese Ueberführung

eine unsichtbare und unwägbare Substanz ist. Für den Physiologen, der eine Seelensubstanz annimmt, ist diese nicht in ihrer absoluten Ruhe, sondern nur erkennbar, insofern sie durch Empfin-

---

einer Menschenseele in ein anderes Weltgebäude kann natürlich nur gedacht werden, wenn sie alles sichtbar leiblichen entkleidet ist.

Eben so gut ist es vom Standpunkte des Naturforschers denkbar, dass eine solche Seele einst zurückkehre und mit einem neuen körperlichen Kleide versehen werde, aus Stoffen gebildet, die den jetzigen ähnlich oder mit denselben identisch sind.

Eine solche Möglichkeit hat nichts gegen sich und ist ebenso gut denkbar, als die Erscheinung neuer Thiergestalten und das plötzliche Auftreten des Menschen in den späteren geologischen Epochen.

Wenn auch in anderer Weise, doch im Wesentlichen ähnlich, ist es mit der Belebung der Keime und der Beseelung der aus den Zeugungsstoffen hervorgehenden neuen Individuen. Wir sehen hier, dass aus einer dem gewöhnlichen Auge unsichtbaren Quantität von Samen und einem mikroskopisch kleinen Eichen ein neues menschliches Individuum hervorgeht, dessen Seele Eigenschaften von Vater und Mutter zeigt, um welche sich die chemischen Atome, welche den Leib bilden, und aus der Aussenwelt angezogen werden, so gruppiren, dass daraus die entschiedensten Uebertragungen körperlicher Eigenthümlichkeiten durch die Aehnlichkeit mit beiden Eltern sich kundgeben.

Für ein kürzeres oder längeres latentes Leben der Seelensubstanz spricht jedes Ei mit verschieden langer Brütefähigkeit und jeder Pflanzensamen, der nach Jahrtausenden noch zum Keimen gebracht werden kann, wie wir an den mit den Mumien in Egypten aufbewahrten Sämereien sehen.

Eben so wenig undenkbar in einer künftigen neuen Weltordnung ist das Aufhören der Geschlechter, sobald die Zahl der Individuen voll und keine neue Entstehung mehr nothwendig ist.

Zuletzt führen alle diese Betrachtungen auf das metaphysische Gebiet und den für uns unlösbaren Gegensatz von Geist und Materie, deren falsche Vermengung, wie falsche Sonderung Schuld an so vielen Missverständnissen im Wissen, wie im Glauben ist und zu einem gleich verkehrten Materialismus, wie Spiritualismus führen kann — ein Gebiet, in welches weiter einzugehen, hier nicht die Aufgabe sein kann.

Ob ich das Gehirn im Ganzen als Organ der Seele betrachte, oder ob ich bei den höher organisirten Wesen, Tausende von Zellengruppen und Faserverbindungen, welche mir das Mikroskop zeigt, mit den Thätigkeiten betraut nachzuweisen suche, ohne die ein Verkehr der Seele mit der Aussenwelt in Form von der so mannichfach gegliederten Empfindung und Bewegung nicht gedacht werden kann, ist für den materialistischen Theil der Psychologie, mithin für den soweit berechtigten materialistischen Standpunkt völlig gleichgültig. Eine Analyse aber der Innervationserscheinungen, welche die Instrumentation der Seele darstellen, ist nicht möglich ohne die feinste Zergliederung jener Zellen und Fasern, aus welchen dieses grösste physikalische Kunstwerk der Schöpfung, das menschliche Gehirn, zusammen gewebt ist. Denn die Seele wird für nichts empfänglich sein, das ihr nicht durch Wechselwirkung der Fasern und Zellen zukommt und sie wird keine Erscheinungen ihrer Thätigkeit ohne Mitwirkung jener Zellen und Fasern entfalten können.

dung und Willen zur Bewegung und Veränderung der ihr zugewiesenen Hirnsubstanz in Verhältniss tritt.

Dieses Verhältniss selbst und seine Genesis zu enthüllen, wird so wenig gelingen als hundert andere Geheimnisse der Schöpfung, wie z. B. die Frage nach dem Wesen des Lichtäthers oder der Elektrizität, deren Lösung sich nicht durch eine allmälige Steigerung unseres Erkenntnissvermögens denken lässt, sondern nur durch eine ganz andere Art der Erkenntniss, für welche eben die ponderablen Massen des Nervensystems, an welche wir zeitlich gebunden sind, die Hauptschranken sind.

Dass aber von dieser Seelensubstanz etwas gerade so abgenommen und übertragen werden kann, wie die Elektrizität von einer Elektrisirmaschine auf die Goldblättchen eines Elektroskops, das lehrt uns die Physiologie der Zeugung. In diesem Sinne habe ich an einem anderen Orte von einer Theilbarkeit der Seele gesprochen, die so viele Angriffe erfahren und die hier weiter zu verfolgen nicht die Aufgabe dieses Buches ist.

Es ist an einem früheren Orte eine neue Lehre von einer Rückenmarksseele erwähnt worden*). Will Jemand mit einer Hirnseele nicht zufrieden sein, so will ich ihm den Glauben an eine Rückenmarksseele nicht nehmen, wenn er nur dann auch noch eine Sympathieusseele annimmt. Es kommt nur auf den Werth an, den er diesen anderen Seelen neben der Hirnseele einräumt. Man kann z. B. das Fürstenthum Vaduz immerhin als einen besonderen Staat in Deutschland denken, neben Preussen und Oesterreich. Aber man kann sich Deutschland doch ohne Vaduz, jedoch nicht ohne Preussen und Oesterreich denken. So ungefähr ist das Verhältniss der Sympathieusseele oder der Rückenmarksseele zur Hirnseele.

Es ist in einer der früheren Untersuchungen, bei Gelegenheit der Ortsempfindung, die Rede gewesen von dem Werth oder Unwerth geometrischer Anordnung der peripherischen und centralen Elemente des Nervensystems für die Seele und ich habe auf die spätere wenn nicht Erledigung, doch Besprechung dieses Verhältnisses verwiesen, auf welches Lotze seine Lehre von den

*) S. S. 247.

„Lokalzeichen“ gegründet hat, wovon sich näher zu unterrichten, wir dem Leser überlassen müssen*). Ich werde hier nur in so weit auf diese Materie eingehen, als es sich um anatomische Verhältnisse, um die Nervenfaserung und deren Explikation in der Peripherie und im Gehirn handelt.

Die Hauptdifferenz, in welcher ich mich Lotze gegenüber befinde ist die, dass ich den Nervenzellen einen viel höheren, den Nervenfasern einen viel geringeren Werth beim Zustandekommen der Innervationserscheinungen zuschreibe, dass ich aber in Bezug auf alle räumliche Verhältnisse der Anordnung der Faserung und der geometrischen Congruenz der peripherischen und centralen Endpunkte sowohl für die Mechanik der Empfindungs- als der Bewegungsapparate den höchsten Werth beilege. Lotze hält, wenn ich ihn recht verstehe, eine congruente Lagerung der centralen und peripherischen Enden gerade zu für unmöglich, da ihm die Anschauung inne wohnt, die hiezu nöthige Verwebung der motorischen Fasern an den centralen Enden sei anatomisch nicht gegeben, während meine Untersuchungen mich gerade dazu drängen, die innigste Verwebung mittelst der Ganglienzellen anzunehmen.

Man braucht durchaus nicht eine Transsubstantiation des Physischen ins Geistige oder eine Fertigmachung des Prozesses, den wir mit dem Namen der Empfindung belegen, innerhalb der blossen Nervensubstanz anzunehmen; man kann den Empfindungsakt und Willensakt rein psychisch und die Umformung beider aus und in einen Nervenprozess völlig verwerfen und doch die ganze Innervationsthätigkeit als eine, auf geometrisch geordneten Wegen vor sich gehende Reihe verwandter Akte denken, welche ausschliesslich dazu bestimmt sind, die äusseren Qualitäten in das Bereich des Bewusstseins zu bringen und die psychischen Thätigkeiten wieder auf die Aussenwelt wirken zu lassen.

Das trivialste Bild, das man sich von diesem Vermittelungsapparat macht, der die einzig existirende Verbindung zwischen Aussenwelt und Seele herstellt, ist das allerbeste. Man denke sich, dass diesseits eines Berges alle Qualitäten und Reize der Aussen-

---

*) Medizinische Psychologie vergl. S. 178 und 179, dann Cap. IV. S. 325—344.

welt lägen — und jenseits des Berges die Seele. Der Berg stellt ein Labyrinth von Millionen unter einander kommunicirender Gänge dar, die sich von Zeit zu Zeit zu grösseren oder kleineren Höhlungen erweitern, in denen Kraftapparate sehr verschiedener Art angehäuft wären; in einem Systeme von Höhlungen werden Feuerwerke vorbereitet, in andern sind Orchester aufgestellt, in noch anderen galvanische Apparate. Alle diese Höhlungen und Gänge stehen mit Millionen von Oeffnungen in Verbindung, welche nach der einen Seite des Berges zur Aussenwelt, nach der andern zur Seele führen. Zeichen von der Aussenwelt setzen die Feuerwerke, die Orchester in Thätigkeit, welche von da der Seele zugeführt, und von ihr als Farben und Töne wahrgenommen werden, während die Seele ihren Willen den galvanischen Apparaten durch Zeichen zukommen lässt, die diese Befehle als telegraphische Depeschen der Aussenwelt überantworten und deren Leibesglieder in Bewegung setzen.

Diese Vorstellungsweise, die ich recht absichtlich durch ein ganz triviales Bild erläuterte, halte ich für so gut oder so schlecht als Lotze's fein construirte Lehre von den Lokalzeichen. Denn über einen Vorgang, über dessen innere Natur wir gar nichts wissen und, wenn wir es offen gestehen wollen, niemals etwas wissen werden, steht das feinste und das gröbste Bild ganz auf gleicher Stufe.

Dass die Aussenwelt auf die peripherischen Enden der Nerven wirkt, wissen wir, eben so, dass die centralen Nervenenden mit der Seele in Verbindung stehen. Die Form und Anordnung der Verbindungswege ist durch die anatomische Untersuchung, aber auch nur durch diese allein angreifbar. Die Naturbeschaffenheit, das Ausfüllungsmaterial dieser Wege ist schon viel schwieriger der physiologisch-physikalischen Forschung zugänglich. Die Seele selbst ist für die Forschung unzugänglich und unangreifbar und auf ihre Natur nur sehr unvollkommen durch ihre Wirkungen auf das Material der Verbindungswege zu schliessen.

Indem ich die weitere Erörterung dieses Gebiets mit Vergnügen der Metaphysik überlasse, habe ich nur noch einen Punkt gegen Lotze zu vertheidigen. Lotze greift eine Auffassung von mir an, wo ich die Anhäufungen multipolarer Ganglienzellen als Centralorgane für gewisse Muskelgruppen und andere Innervations-

Erscheinungen darstelle und von elektrischen, von motorischen, von Hör- und Lichtzellen spreche*). Lotze sagt wörtlich: „Was die letzten Aeusserungen Wagner's betrifft, so mögen sie gewiss nicht nothwendig etwas Abenteuerliches enthalten, aber sie bedürfen einer sehr genauen Interpretation um etwas Mögliches zu bedeuten. Davon kann wohl nicht die Rede sein, dass ein Haufen von Nervenzellen die Empfindung der Töne oder des Leuchtenden an sich erzeuge, sie können beide nur einen physischen Prozess herstellen, unter dessen Einfluss die Seele jene beiden Empfindungen hervorbringt. Von psychischen Zellen zu sprechen, würde ich daher in jeder Weise widerrathen; Licht- und Hörzellen sind mir wenigstens äusserst unwahrscheinlich. Physisch möglich ist es freilich, dass der Nervenprozess, der durch den Optikus oder Acustikus zum Gehirn geleitet ist, noch immer nicht diejenige spezifische Form hat, durch die allein er die Seele zur Produktion von Licht oder Schall erregen könnte und dass er nochmals der Einmündung in dieses Zellenparenchym bedarf, um die letzte nöthige Transformation zu erfahren. Wo jedoch Gründe liegen sollten, welche die abermalige Einschiebung eines neuen Organs wahrscheinlich machten, bekenne ich nicht zu verstehen."

Indem ich mich zur Beantwortung der durch diesen Satz an mich gestellten Forderung anschicke, abstrahire ich ganz von der metaphysischen Untersuchung des Akts der reinen Empfindung, welches die Aufgabe der speculativen Psychologie ist. Ich stelle mich völlig auf den Standpunkt des experimentirenden Physiologen.

Nun sagen mir Experimente und pathologische Erfahrungen, dass wenn gewisse Partheien im Gehirn leiden, gereizt oder zerstört werden, welche mit den Augen oder Ohren in Verbindung stehen, ganz ähnliche Erscheinungen auftreten, als wenn die entsprechenden Sinnesorgane leiden, gereizt oder zerstört werden. Es können durch galvanische Ströme, durch mechanische Reize, durch Congestionen, Lichterscheinungen und Schallempfindungen, wenn auch nicht unter so individualisirter Gestalt, erzeugt werden, wenn die entsprechenden Sinnesorgane zerstört sind oder wenn sie vorhanden sind, unter Bedingungen auftreten, die es uns aufs

*) S. S. 165.

höchste wahrscheinlich machen, dass diese Erscheinungen innerhalb gewisser Hirntheile, selbst ohne alle Mitwirkung der entsprechenden Sinnesorgane zu Stande kommen. Alle Traumbilder und die beim Einschlafen auftretenden höchst merkwürdigen phantastischen Gesichts- und Gehör-Erscheinungen rechne ich hieher. Es sind ganz analoge Erscheinungen wie das plötzliche Zusammenfahren vor dem Einschlafen oder im ersten Schlummer. Hier sind es nicht etwa die Muskeln, welche diese Erscheinung bewirken, auch nicht die peripherischen Nervenfasern, welche nur sekundär mitwirken, sondern es sind nothwendig die Hirnparthieen, in denen ein grosser Theil der motorischen Rückenmarksfasern zusammengefasst wird. Man kann zur Bestätigung dieser Anschauung auch die Integritätsgefühle der Amputirten anführen und deren besondere Lebhaftigkeit und detaillirte Ortsempfindung, wenn die Hirnparthieen momentan gereizt werden, in denen die Nerven des entfernten Gliedes endigten.

Noch weit schärfere Experimente lassen sich in Bezug auf die kleinen motorischen Centra anstellen, nach deren Entfernung die von da versorgten Muskeln dauernd gelähmt werden. Und wieder ist es der Zitterrochen, der mir das beste Beispiel liefert. Exstirpire ich die elektrischen Lappen des Gehirns, was vollkommen und leicht geschehen kann, so kann ich von keinem Theil des Gehirns und Rückenmarks elektrische Entladungen im Organ hervorrufen und der dabei fortlebende Fisch vermag keine Schläge mehr zu geben. Exstirpire ich den Lappen der einen Seite, so treten die genannten Erscheinungen nur auf derselben Seite ein. Hier kann ich den Gegenversuch machen, der bei den Empfindungscentren nicht möglich ist, und den Einwurf beseitigen, als hätte ich durch die Exstirpation blos die Leitung vom Gehirn zur Peripherie unterbrochen. Exstirpire ich das ganze Gehirn und Rückenmark, lasse aber den elektrischen Lappen auf einer oder beiden Seiten, so kann ich von demselben aus durch allgemeine oder partielle Reizung allgemeine oder partielle Entladungen des elektrischen Organs hervorrufen. Die elektrischen Lappen sind also mit eigenthümlichen Kräften begabt, mögen dieselben nun specifischer Natur sein oder ihren Grund blos in dem anatomischen Zusammenhang haben. Diese Lappen bestehen ganz aus multipo-

laren Ganglienzellen mit Faser-Ursprüngen und Commissurenfasern.

Nun finde ich, dass beim Menschen und anderen Thieren ganz ähnlich gebaute Gruppen von Ganglienzellen in Haufen im Gehirn, in der Retina (einem in der Augenhöhle liegenden Hirntheil), im verlängerten Mark, im Rückenmark liegen, bei deren Reizung, Verletzung, Entfernung bestimmte örtlich begrenzte Bewegungen, Licht und Schall-Empfindungen eintreten, — habe ich hier nicht das grösste Recht anzunehmen, dass diesse Zellengruppen zu den genannten Erscheinungen in demselben Verhältniss stehen, wie die Zellengruppen des elektrischen Lappens zu den elektrischen Erscheinungen. Diese Zellen nenne ich elektrische, obwohl sie nicht Elektrizität erzeugen, sondern nur deren Entstehung im elektrischen Organe hervorrufen. Obwohl hier der Prozess selbst noch dunkel ist, so ist doch so viel gewiss, dass sich diese Lappen wenigstens so zur Erzeugung der Elektrizität verhalten, wie der Drehapparat zur Elektrisirmaschine, ohne welchen diese nichts zu leisten vermag, wahrscheinlich aber findet eine weit innigere Beziehung statt. Da ich nun annehmen darf, dass alle Reize der Peripherie keine Hör- und Lichterscheinungen hervorrufen, wenn die genannten Zellenhaufen nicht mitwirken, dass aber höchst wahrscheinlich diese Zellenapparate ohne Mitwirkung äusserer Sinnesreize für sich ähnliche Erscheinungen in der Seele hervorrufen können, dass z. B. nicht bloss die Retina, sondern auch Elemente der vorderen Vierhügel und andere naheliegende Hirnparthieen auf Reize die Empfindung des Leuchtenden erregen, während dies kein anderer Hirntheil thut, so glaube ich eben so gut von Lichtzellen, als von elektrischen Zellen sprechen zu können. Wie soll ich diese Gebilde denn sonst mit einem kurzen Ausdruck bezeichnen? Freilich darf ich hier voraussetzen, dass nicht ein Missverständniss stattfindet, wozu ich, wie es scheint, bei Lotze die Veranlassung gab. Nicht die Thätigkeit dieser Zellen an sich erregt schon die Empfindung von Tönen oder Leuchtendem, sondern diese Thätigkeit, deren innere Natur uns unbekannt ist, steht mit der Ton- und Lichtempfindung in einem solchen spezifischen Verhältniss, dass letztere eben nicht entstehen, wenn die Thätigkeit dieser Zellen sistirt ist und dass nur die Thätigkeit gerade

dieser Zellen die entsprechende Form der Empfindung hervorruft. Ob z. B. Hörzellen an die Stelle der Lichtzellen gebracht und ganz in dieselbe Faserverbindung eingelegt auch einander wechselseitig ersetzen können, lässt sich experimentell begreiflich nicht entscheiden, obwohl sich die Möglichkeit nicht bezweifeln lässt, was jedoch gar nichts zur Sache thut. Jedenfalls ist so viel gewiss, dass Aether- und Schallwellen nicht als Wellenbewegungen wahrgenommen werden, sondern als Licht und Farbe, als Schall und Töne und dass bei dieser Transsubstantiation die genannten Zellengruppen eine spezifische Rolle spielen.

Ich habe im obigen Aufsatz eine Reihe solcher transsubstantiirender Zellenapparate z. B. für die Schwerkzeuge angenommen. Sollte das Gehirn, das so höchst zusammengesetzt ist, das einzige Organ sein, das für die vollen Effekte seiner einzelnen Prozesse nicht mehrfacher Zellenapparate bedürfte?

Ich kann deshalb auch nicht glauben, dass die geometrische Anordnung der Faserung, die Correlation zwischen eingeschobenen Ganglienhaufen, die Explikation der Faserenden in der Peripherie und im Centrum, für die Seele und die ihr eigenthümliche Immanenz der Raum-Anschauung schlechthin gleichgültig seien. Die Raumvorstellung an sich ist ein metaphysisches Problem. Die Physiologie nimmt dieselbe faktisch an. Der Physiolog wird aber immer geneigt sein, wenn er anatomische Einrichtungen findet, die auf einen feststehenden Mechanismus des zuleitenden Apparats, durch den das Urtheil der Seele wesentlich bestimmt wird, hinweisen, diesen Einrichtungen einen positiven Werth zuzuschreiben. Da nun zwischen der Oertlichkeit gewisser peripherisch erregter Haut- und Netzhautparthieen und der Erkenntniss dieser Oertlichkeit durch die Seele ein fester Zusammenhang besteht, gerade wie zwischen der Oertlichkeit gewisser Hirnparthieen und bestimmter peripherischer Muskeln, so muss eine feststehende, wenn auch möglicher Weise durch sehr zahlreiche Zwischenapparate unterbrochene, aber stets in der Continuität fortgehende Congruenz zwischen den peripherischen Endpunkten und den centralen, wo die Eindrücke der Seele allein überliefert werden, stattfinden. Ob die Endpunkte unmittelbar auf die Seele einwirken, oder durch Lokalzeichen, wie Lotze will, scheint mir irrelevant.

Eine der tiefgreifendsten physiologischen Untersuchungen ist diejenige, welche das Vorhandensein und zu Standekommen der Reflexbewegungen behandelt, welche eine Theorie derselben anzubahnen sucht. Hier ist in der letzten Zeit der ganze Boden wankend geworden und wenn uns irgend etwas das Bedürfniss einer genauen anatomischen Erkenntniss nahe gelegt hat, so ist es die Lehre vom Reflex gewesen.

Eine im vorigen Jahre erschienene Schrift von Pflueger*) hat Aufsehen erregt, weil sie die Reflexbewegungen auf ein viel engeres Gebiet begrenzt und namentlich die bei dekapitirten Thieren auf äussere Reize eintretenden Bewegungen, welche man bisher allgemein als reflektirte betraehtete, für seelische erklärt.

Unter mehreren Experimenten, die der Verfasser zur Constatirung seines Satzes ausführte und empfiehlt, befindet sich einer, welcher jeder Zeit leicht wiederholt werden kann.

Der Verfasser dekapitirt einen Frosch, wartet bis derselbe sich erholt hat und betupft eine kleine Hautstelle über dem *Condylus internus femoris*. Der Frosch putzt auf die bekannte Weise mit dem Fuss derselben Seite durch Hin- und Herreiben die irritirte Stelle ab. Nun sagt der Verfasser weiter **): „Wir werden nun aber sehen, ob es sich darum handelt, dass von dieser bestimmten Stelle aus bestimmte Motoren innervirt werden, wie es bei dem Reflexe ist, so dass mithin das Abwischen nur die nothwendige Folge des ablaufenden Reflexmechanismus darstellt oder ob das Abwischen das zu Erzielende ist, so dass die Innervation der bestimmten Motoren nur ein Mittel zum Zwecke ist. Wir wollen also den Unterschenkel bei einem anderen, ebenso präparirten Frosche abschneiden und zusehen, was nun geschieht, da jetzt die alte Bewegung das Abwischen nicht mehr erzielen kann, wenn man dieselbe Hautstelle wie früher reizt. Haben wir es nun mit einem Mechanismus zu thun, so wird dasselbe geschehen, was früher geschah, das heisst, es werden nun nach wie vor von derselben bestimmten Hautstelle aus die bestimmten Motoren

*) Die sensorischen Funktionen des Rückenmarks der Wirbelthiere nebst einer neuen Lehre über die Leitungsgesetze der Reflexionen. Berlin 1853.

**) A. a. O. S. 123.

innervirt werden, da es ja eben ein Mechanismus ist, vermöge dessen die bestimmten Hautnerven im Rückenmarke mit bestimmten Motoren verknüpft oder in ein Gespann zusammengebunden sind. Ist Alles dies aber nicht der Fall, sondern war die frühere Bewegung eine willkürliche, so wird nun der Frosch andere Mittel nehmen, um seinen Zweck zu erreichen, so dass mithin ganz andere Bewegungen als früher entstehen."

„Der Reflexmechanismus hat alle Bedingungen, so wie früher, sich zu offenbaren. Aber das Abwischen kann nicht erreicht werden! — Was geschieht nun? — Da der Frosch vermöge der excentrischen Erscheinungen in den sensitiven Fasern seinen Schenkel noch zu besitzen glauben muss, so wird er auch noch wie früher über sein altes Mittel verfügen wollen. In der That wird auch, wenn man die kleine Hautstelle über dem *Condylus internus femoris* reizt, der gereizte Schenkel gebeugt, das nicht gereizte Bein gestreckt und der Stumpf des Unterschenkels in einer Weise bewegt, die es unzweifelhaft macht, dass man bis hierher dieselbe Erscheinung wie früher vor sich hat. Alsbald bemerkt man aber, dass sich die Scene ändert. Die Bewegungen des Thiers werden sehr unruhig, so dass es den Anschein gewinnt, als suche das Thier nach einem neuen Mittel, das schmerzende Moment zu entfernen. Nachdem es aber verschiedene Bewegungen zwecklos ausgeführt, findet es ziemlich oft das geeignete Mittel."

„Wir sehen nun das in der bestimmten Weise gereizte Bein, dessen Unterschenkel amputirt ist, gestreckt werden, während der nicht gereizte Schenkel mässig gebeugt und adducirt wird, so dass es vermöge der Flexion und Adduktion des Unterschenkels dem adducirten Fusse möglich wird, mit der gegen die gereizte Stelle des anderen Schenkels gerichteten Sohle nunmehr auf diese Weise die ätzende Säure abzuwischen. Wie man sieht, sind diese und die vorhergehende Bewegung vollständig von einander verschieden. Bei der vorhergehenden Bewegung war Flexion des gereizten, Extension des nicht gereizten vorhanden; bei dieser gerade das Gegentheil, nämlich Extension des gereizten und Flexion des nicht gereizten Beins, obgleich nur eine Hautstelle bei beiden Bewegungen gereizt worden war. Wir ersehen also hieraus, dass der

Frosch, wenn ihm der eine Fuss den Dienst versagt, ganz einfach den andern nimmt, also zwischen verschiedenen Mitteln wählt.“

Dieser vom Verfasser mehrfach variirte Versuch ist auch von mir vielfach und unter mannichfaltigen Variationen wiederholt worden. Wer die Erfolge der Reizung sorgfältig beobachtet, wird sich überzeugen, dass sehr häufig die Rückenmarksseele in einer fortgesetzten Selbsttäuschung begriffen ist, d. h. dass der Frosch die gereizte Stelle sehr häufig lediglich mit dem Fussstummel derselben Seite abzuputzen sucht und dass es zu weiter keinem Effect kommt. Häufig aber allerdings tritt eine allgemeine Unruhe ein, es erfolgen zuckende Bewegungen an verschiedenen Muskelstellen bis dann auch der andere Fuss in Bewegung gesetzt und zur gereizten Stelle geführt wird, oft auch der ganze Rumpf in Bewegung geräth.

Alle diese Bewegungen verhalten sich aber ganz wie die längst bekannten gewöhnlichen Reflexe. Bei minder frischen, minder reizbaren Fröschen, je nachdem das Reizmittel stärker oder schwächer war, bleibt der Effect entweder auf derselben Körperhälfte oder geht auf die entgegengesetzte weiter oder reisst selbst den ganzen Körper in die Bewegung hinein.

Alle diese Erscheinungen haben völlig den Ausdruck des zwangsmässigen, nicht des spontanen, seelischen und deuten nur darauf hin, dass die Nervenverbindungen in einem gesetzmässigen Verhältniss zu einander stehen und dass Empfindungs- und Bewegungsnerven an dieser Verbindungsweise Theil nehmen. Ich nehme nach meinen früheren Mittheilungen anatomische Verbindungswege an.

Etwas Dunkles liegt in allen diesen Erscheinungen, aber eben nur, weil die anatomischen Verhältnisse noch nicht völlig aufgeklärt sind und in der Lehre von der Reizbarkeit noch zu viele Unklarheit herrscht. Mag, wie Lotze will, hier die Gewohnheit ihr Recht üben und mögen dadurch gewisse Nervenbahnen leichter in Thätigkeit gesetzt werden, als andere, oder mögen andere Bedingungen obwalten, wir wissen es nicht. Beobachten wir die Erscheinungen, so können wir wenigstens ein einigermassen anschauliches Bild wählen. Es ist, als wenn ein Wasserstrom, der sich auf der Erde ein Bett gegraben hat, auf einer unebenen

Fläche weiterrinnt; wir sehen ihn bald rascher laufen, bald stille stehen und gestaut werden, bis er dann plötzlich sich eine Bahn nach einer nicht erwarteten Seite bricht und wieder sehr rasch fliesst. Auf ähnliche Weise fliesst gleichsam von der gereizten Stelle ein Strom aus, der bald gestaut wird, bald sich wendet und unerwartete Bewegungen hervorruft. Die Lagerung und Stimmung der im Rückenmark eingeschalteten Ganglienzellen, die Richtung, Länge, Zahl und Form ihrer Commissuren werden sicherlich dabei eine Rolle spielen. Die specielle Analyse dieser Verhältnisse kann erst in der Zukunft gelingen.

Ich komme auf den Streit über die Marshall-Hall'sche Reflexhypothese, von welcher Ludwig meine Anschauung mit Recht als eine Modifikation betrachtet. Ich nehme als wesentliches Glied der Reflexerscheinungen die von Marshall-Hall noch nicht gekannten multipolaren Ganglienzellen, an.

Ich brauche meine Polemik gegen Ludwig's neue Hypothese kaum weiter auszuführen als oben geschah und bemerke nur, dass ich die Marshall-Hall'sche Hypothese in ihrer ursprünglichen Form durchaus für nicht widerlegt halte.

Eine andere Frage ist, ob zu der Erklärung auch besondere Reflexfasern in der Peripherie neben den Empfindungsfasern nothwendig sind. Die Eliminirung derselben habe ich in einer zweiten Hypothese versucht.

Es gibt Gründe für und gegen die peripherischen Reflexfasern. Der Mechanismus würde so zu sagen sicherer und in mancher Beziehung einfacher werden, wenn solche Reflexfasern anzunehmen sind.

Nimmt man nur eine einzige Art von centripetalleitenden Fasern an, so wird eine und dieselbe Faser eine Empfindung und eine Bewegung auszulösen haben. In ihrer einfachsten Form spaltet sich also eine solche Faser im Rückenmark in zwei Schenkel, wovon einer zum Hirn läuft, der andere sich mit einer Bewegungsfaser kombinirt. Die Knotenpunkte dieser Verbindungen resp. Theilungen bilden die Ganglienzellen.

Hiebei ist immer schwierig zu erklären, warum bald bloss eine Empfindung, bald zugleich eine Bewegung erfolgt, warum

beide weder untereinander noch der Stärke des Reizes proportional sind.

Ferner führen uns seit den Bell'schen Entdeckungen alle Erfahrungen immer mehr dahin, dass die Vermittelung verschiedener Funktionen stets verschiedenen Fasern übertragen wird. Können auch dieselben Fasern, wie dieselben elektrischen Leitungsapparate, verschiedene Botschaften übernehmen, so muss die Sicherheit der Beförderung von Depeschen in rascher Folge doch um so grösser sein, je weniger dieselbe auf einem und demselben Leitungsweg erfolgt. Kurz, wenn auch die elementaren anatomischen und physikalischen Verhältnisse der Primitivfasern gleich sind, wenn alle Fasern doppelläufig sind, d. h. hin und zurück leiten, so sehen wir doch, dass bei den complicirten physiologischen Funktionen immer verschiedene Fasern auch zu verschiedenen Dienstleistungen verwendet werden.

Dies scheint mir ein nicht unerhebliches Moment zu sein; doch will ich gerne zugeben, dass es nicht hinreichend stark zur Annahme eigener Reflexfasern neben den Empfindungsfasern ist.

Sollten aber auch an der Peripherie die Reflexfasern wegfallen, so können doch recht gut welche im Centrum existiren. Diejenigen Commissurenfasern nämlich, welche nach der zweiten Hypothese die Verbindung zwischen je zwei Zellen zu vermitteln, welche den Reiz von den hinteren Strängen auf die Zellen der Vorderstränge zu übertragen haben, würden dann als Reflexfasern zu betrachten sein.

Hier bleibt natürlich bis jetzt der Phantasie ein grosser Spielraum und die Entscheidung wird wesentlich davon abhängen, ob es gelingt, die Zahl der sensiblen Endpunkte zu der Zahl der Primitivfasern festzustellen, wozu zunächst kaum Aussicht ist.

Ferner bedarf die genauere Erkenntniss des Mechanismus, wenn auch zunächst nur im Rückenmark, eines ferneren Aufschlusses. Nur die Rudimente des Gezimmers glaube ich festgestellt zu haben. Es ist zwar nicht zu erwarten, dass sich sofort alle Welt mit der Stellung zufrieden gebe, die ich den Ganglienzellen angewiesen. Aber dass diese gleichsam unnütze Elemente darstellen,

die nicht in Rechnung zu ziehen seien, diese Behauptung wird man hoffentlich fallen lassen. Ist doch die Zahl dieser Elemente so enorm gross und der Raum, den sie im Gehirn und Rückenmark einnehmen, so bedeutend und ist der kleinste Punkt in den Centraltheilen so vulnerabel, dass man es schon deshalb hoffentlich aufgeben wird, den Fasern alles, den Ganglienzellen nichts zuzutrauen.

Neurologische Untersuchungen.

Neunte Fortsetzung.

Experimente über die Innervation des Herzens.

(Der Königl. Societät der Wissenschaften im Auszuge vorgelegt den 25. März 1854.)

Ueber die Innervation des Herzens hatte ich schon mehrere Winter Experimental-Untersuchungen im physiologischen Institute, insbesondere an kaltblütigen Wirbelthieren, unternommen. Die bisherigen Methoden bei warmblütigen Thieren, wo man in der Regel den Thorax öffnet und die künstliche Respiration einleitet, oder sich des Kymographions oder der Auscultation bedient, leiden theils an Unbequemlichkeiten, theils bringen sie Verletzungen hervor, welche beträchtliche Störungen in der Herzthätigkeit veranlassen. Als ich im Herbst vorigen Jahres kurze Zeit in Breslau, wo ich ein sehr reges Interesse für physiologisch-pathologische Forschungen fand, verweilte, sprach mir Herr Dr. Middeldorpf von einigen Versuchen, die er wegen der Frage des Scheintods angestellt hatte, indem er kurz nach dem Tode eine dünne Stahlnadel in das Herz einsenkte, deren Bewegung nach Aufhören des Athmens und des letzten Pulsschlags noch bis zu einer bestimmten Zeit die letzte Thätigkeit des Centralorgans des Kreislaufs anzeigte. Ich empfing aus seiner Hand eine solche Nadel und beschloss sogleich die Acupunctur, welche schon früher öfter, aber meines Wissens niemals systematisch, bei der Herzbewegung benutzt wurde, als Princip einer neuen Reihe von Versuchen über die Innervation des Herzens bei Thieren in Anwendung zu bringen.

Schon die ersten Experimente lehrten, dass die Pendelschwingungen einer solchen in das Herz eines lebenden Thieres eingesenkten Nadel ungemein günstig nicht bloss für die Zählung der Herzschläge, sondern auch für die Beobachtung der Intensität der Herzcontractionen und für eine Reihe sich weiter daran knüpfender Erscheinungen, selbst zu genauen Messungen, benutzt werden können. Seit November vorigen Jahres habe ich unter Mitwirkung einer Anzahl jüngerer Freunde, insbesondere aber der Herren Heusinger aus Marburg und Spiess aus Frankfurt, eine zahlreiche Reihe von Experimental-Untersuchungen über die Innervation des Herzens begonnen und auch in den Osterferien, zum Theil unter Mitwirkung der Herren Doctoren Schrader und Meissner fortgesetzt. Ich würde die Bekanntmachung der noch nicht abgeschlossenen und überhaupt sehr weit aussehenden Untersuchung unterlassen haben, wenn ich nicht erfahren hätte, dass in der letzten Zeit noch an mehreren andern Punkten ähnliche Versuche unternommen worden sind*), so dass ich hoffen darf, dass unsere hier allmälig immer mehr vervollkommnete Methode auch anderwärts benutzt und noch weiter ausgebildet werden wird. Bis jetzt besteht dieselbe in Folgendem.

Nachdem man sich mit den anatomischen Verhältnissen der Herzlage des Thiers, an welchem man experimentiren will**), bekannt gemacht hat, senkt man für die ersten Versuche eine etwa 90 Mm. lange stählerne Nadel mit einem etwa 6 Mm. dicken Knopf (den man wegen des Trägheitsmoments auch hohl machen oder eine Linsenform geben kann) in die linke Herzkammer, nahe an der Spitze des Herzens durch die äusseren Bedeckungen. Die Pendelschwingungen der Nadel sind der Ausdruck des Herzschlags. Da die Nadel ihren Stützpunkt in den Intercostalmuskeln und der Haut hat, so muss derselbe durch die Respirationsbewegungen etwas verschoben werden; ein Moment, das man übrigens unter den gewöhnlichen Verhältnissen vernachlässigen kann. Die Zahl der

*) So namentlich in Halle durch Stud. Heidenhain. S. Fechners Centralblatt für Naturwissenschaften und Anthropologie. 1854. Nr. 7. In Zürich durch Ludwig und Weinmann.

**) Wir bedienten uns von Säugethieren, von denen hier allein die Rede ist, meistens der Kaninchen, abwechselnd auch der Hunde und Katzen.

Pendelschwingungen gibt die Zahl der Herzcontractionen resp. Herzschläge an, die Grösse der Amplitude, bei sonst gleichbleibender Lage des Stützpunkts, die Intensisät der Contractionen, den sogenannten Impuls*). Man lässt den Knopf der Nadel an ein tönendes Instrument anschlagen, am besten an ein gut klingendes umgekehrtes Weinglas, welches man in Verbindung mit einem beweglichen Stativ bringt, dessen Armen eine beliebige Richtung gegeben werden kann. Man wird bald durch Versuche finden, dass das Zählen dieser Glockenschläge leichter und sicherer ist, auch von viel Mehreren controlirt werden kann, als das Zählen durch Pulsschläge z. B. an der *Art. cruralis* oder durch Auscultation des auf dem Rücken liegenden, an den vier Extremitäten aufgebundenen Thiers. Dies ist insbesondere nothwendig, wenn die Zahl der Herzschläge in einer Minute beträchtlich ist, wie z. B. beim Kaninchen, wo dieselbe auch beim nicht gereizten Thiere an 200 und darüber beträgt**). Durchschneidet man z. B. einen oder beide *vagi*, so treten neben der Vermehrung auch viel intensivere Contractionen ein, was man gleich sowohl an den viel grösseren Amplituden der Nadel bemerkt, als durch den sehr verstärkten Ton des Anschlags wahrnimmt. Zu sehr vielen Innervations-Versuchen ist diese einfache Vorrichtung hinreichend. Man überzeugt sich bald, dass die Schwingungen der Nadel sehr gleichmässig vor sich gehen, kaum bei der Einsenkung einige Unruhe erregen und die Zahl der Herzschläge nicht alteriren, höchstens im Anfang um 2—3 Procent beschleunigen. Nach Entfernung der Nadel befinden sich die Thiere ganz munter. Man kann bei Hunden, ja selbst zuweilen bei Kaninchen, statt der Nadel einen Troikart mit Canüle von mehr als 1 Mm. Dicke einstossen und den Griff des Troikarts zum Anschlagen an eine Glocke dienen lassen,

---

*) Der letzte Theil dieses Satzes ist vielleicht kein ganz correcter Ausdruck, in sofern die Grösse der Amplitude auch noch von anderen Bedingungen abhängen kann. Aber bei sonst gleichen Verhältnissen wird es gestattet sein, vorläufig obigen Ausdruck festzuhalten.

**) Da die Zahl der Herzschläge beim Kaninchen nach Durchschneidung der *vagi* und *sympathici* über 300 in der Minute steigen kann, so muss es erwünscht sein, exact zählen zu können. Dies geht mit dem Gehör bei 5 und 6 Schlägen auf die Sekunde auch bei einiger Uebung leicht, sehr schwer bereits bei 10 Schlägen, wie man sich beim Versuch mit Tertien-Uhren leicht überzeugen kann.

ohne dass es dem Thiere etwas schadet. Will man zugleich die Contractionen der Vorhöfe beobachten, so muss man eine zweite kleinere und schwächere Nadel wählen und am liebsten in den rechten Vorhof einsenken, wobei es, namentlich bei Kaninchen, leichter kleine Extravasate gibt, die indess, wenn sie nicht zu stark sind, nichts schaden*). Bringt man hier ein zweites, etwa zum vorigen passend gestimmtes Anschlageglas an, so erscheinen zwei sehr rasch (bei Kaninchen etwa $^1/_8$ Sekunde auseinanderfallende) auf einander folgende Töne und man hört ein anmuthiges Glockenspiel, in welchem die Vorkammer-Nadel den Vorschlag angibt. Auf diese Weise kann man also die Systole der Vorkammern und Herzkammern Hunderten von Zuhörern zugleich sichtbar und hörbar machen und gewissermassen auch das Tempo der Herztöne nachahmen. Sticht man jetzt noch eine Nadel durch die Bedeckungen oberhalb des Zwerchfells in die Brusthöhle, so zeigt uns die langsamere Pendelbewegung derselben zugleich die Zahl und Stärke der Respirationsbewegungen an, die man also auf gleiche Weise sichtbar und hörbar machen kann.

Will man nur einfach Zahl und Impuls der Herzschläge z. B. bei Reizung verschiedener auf das Herz wirkender Nerven beobachten, so senkt man am besten eine einzige Nadel in den Intercostalraum, welcher oberhalb der Mitte der fleischigen linken Kammer trifft. Man erhält hier reinere Pendelbewegungen, als beim Einsenken dicht an der Spitze, wo die Nadel wegen der bekannten drehenden Bewegung der Herzspitze eine stärkere Rotation ausführt.

Man begreift leicht, dass man diesen einfachen Nadelapparat noch weiter zur Anstellung genauerer Messungen benutzen kann. Die Schwingungen der Nadel sind hinreichend gross und kräftig, um feine Fühlhebel in Bewegung zu setzen, welche durch die bekannten Vorrichtungen zu Curvenzeichnungen eingerichtet werden können. Benutzt man auf diese Weise Vorkammer- und Herzkammernadeln zu Curven, so kann man durch die Abscissen die

---

*) Das sichere Treffen des Vorhofs hat immer seine Schwierigkeiten und muss durch die Section controlirt werden. Am leichtesten kommen Blutungen, wenn man die Hohlvenen durchsticht, was auch an den Aesten der *venae coronariae* an den Herzkammern passiren kann.

hier sehr kleinen Zeitunterschiede, durch die Ordinaten unter sonst gleich bleibenden Verhältnissen die Grösse der Amplituden, mithin die Stärke des Impulses oder der Contractionen, welche wir mit dem Namen der Intensität der Herzbewegung belegen können, graphisch darstellen. Ich habe bis jetzt nur vorläufige Versuche hierüber gemacht, da praktische Schwierigkeiten überwunden werden müssen.

Für eine grosse Reihe Versuche, welche ich angestellt habe, ist indess schon die einfachste Vorrichtung hinreichend und gerade ihrer Einfachheit und leichten Ausführbarkeit wegen scheint diese Methode besonders empfehlenswerth. Zunächst stellte ich mir zur Aufgabe die Beantwortung der Frage: Von welchen Stellen des Nervensystems aus lässt sich auf das Herz wirken und von welcher Art sind die dabei vorkommenden Erscheinungen?

Ich begnüge mich für jetzt mit der Mittheilung einer Versuchsreihe über *vagus* und *sympathicus*, wobei ich die bereits bekannten Resultate der Weber-Budge'schen Versuche am *vagus* übergehe oder nur kurz berühre.

Es ist eine bereits allgemein anerkannte Thatsache, dass discontinuirliche elektrische Ströme, wie man sie durch die bekannten Inductions-Apparate erzeugt, bei allen Wirbelthieren auf Wurzeln und Stämme der *n. n. vagi* wirkend, Verlangsamung der Herzschläge, ansehnliche Pausen und selbst längere Zeit Stillstand des Herzens in der Diastole bewirken, wobei nur kleine lokale, dem Wogen eines Kornfeldes vergleichbare Zuckungen einzelner Muskelparthieen des Herzens beobachtet werden. Bei sehr kräftigen Strömen ist der Einschluss schon eines *vagus* in die Kette hinreichend, auch bei Säugethieren das Herz einige Zeit in Stillstand zu versetzen. Ich glaube jedoch gefunden zu haben, dass dieser Stillstand nie so sicher und anhaltend bei Anlegung der Elektroden an die *vagi* bemerkt wird, als bei Anlegung an das verlängerte Mark. Dies ist z. B. am auffallendsten bei Vögeln, wo von den *vagis* aus überhaupt die Verlangsamung viel unvollkommener erfolgt, ungleich stärker von der *medulla* aus. Bei Fröschen und Fischen erreicht man auf diese Weise mehrere Minuten lang vollkommenen Stillstand, nachdem vorhergehende Enthirnung in der Regel eine Ver-

mehrung der Herzschläge bewirkt*). Ich schloss nach diesen Verhältnissen, dass vielleicht von der *medulla* aus noch andere nicht in der Bahn der *vagi* verlaufende Fasern beherrscht werden, welche, gleich den *vagis*, einen hemmenden Einfluss auf das Herz ausüben.

Es lag nahe, zuerst den Halstheil des *sympathicus* hierauf zu prüfen. Ed. Weber vermuthete zwar, der *sympathicus* werde eine dem *vagus* entgegengesetzte Wirkung haben; dies experimental nachzuweisen gelang ihm jedoch nicht**). Mehrfaeh findet man nun in physiologischen Sehriften die Behauptung aufgestellt, auf Reizung des Halstheils des *sympathicus* trete beschleunigte Zusammenziehung des Herzens ein, dem jedoeh Ludwig neuerlich entgegentritt, ohne bei dieser Gelegenheit etwas Bestimmtes über den Einfluss des *sympathicus* auf das Herz anzugeben***). Ich fand bei einer Reihe theils von mir allein, theils von Heusinger und Spiess angestellter Versuche bei Kaninchen, wenn beide *sympathici* unter allen Cautelen mit verschiedenen Inductions-Apparaten behandelt wurden, constant Verminderung der Herzschläge, jedoch nieht in dem Grade, wie bei den *vagis*. Die (wohl zum grossen Theil von der Kraft der Ströme abhängige) Verminderung betrug ¼, ⅓, ja unter ½ der Normalzahl und häufig sind die Zahlenverhältnisse sehr constant, z. B. bei folgendem Versueh am Kaninchen: Wenn beide *sympathici* eingeschaltet . . . 17

Nach Lösung der Kette 43

beide *sympathici* 16

Lösung der Kette. 44

beide *sympathici* 18

Lösung der Kette. 36

beide *sympathici* 18

Lösung der Kette. 35

} Herzschläge in 15 Sekunden.

*) Z. B. beim Frosch um 6—10 Schläge.

**) Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. 2. Abthlg. S. 47. Wo Ed. Weber der grossen Schwierigkeiten des Versuchs gedenkt, die bei unserer Methode wegfallen.

***) Ludwig Lehrb. d. Physiol. I. S. 178: „Für das Kaninchen ist diese Behauptung vollkommen irrthümlich, wie ich nach einer unter meinen Augen von Weinmann angestellten gründlichen Untersuchung behaupten kann.“ Ich kann dieser Bemerkung von Ludwig hinzufügen, dass dieselbe auch für die Katze gilt.

Constante Vermehrung der Herzschläge erhält man: 1) durch Einschaltung von Strecken der *sympathici* in constante Ströme (ich gebrauchte 3 Grove'sche Elemente). 2) Durch Unterbindung und Durchschneidung der Stämme der *sympathici* am Halse. Dies sind die controlirenden Gegenversuche der Reizung mit Inductions-Apparaten bei allen auf das Herz wirkenden Nerven, wodurch man deren Thätigkeit ganz oder theilweise aufhebt. Ich ziehe indess die Durchschneidung und vorhergehende Unterbindung der Anwendung constanter elektrischer Ströme bei weitem vor, weil man immer vor Nebenwirkungen, vor Stromschleifen, vor Elektrotonus benachbarter miterregter Nerven u. s. w. sicher ist. Unter günstigen Verhältnissen erhält man z. B. folgende oder ähnliche Resultate:

Erwachsenes männliches Kaninchen; Zahl der Herzschläge in 15 Sekunden, bei je 5 Zählungen:

Bei ruhiger Lage vor dem Versuch.	Nach Aufsuchen der *n. n. vagi* und *sympathici* *)	Nach Unterbindung beider *sympathici*.	Nach Durchschneidung beider *sympathici*.	Nach Unterbindung des rechten *vagus* **).
61	59	64	67	77
60	61	67	68	76
62	60	68	68	75
60	60	68	67	78
60	61	68	67	79

68 Auf Schreck durch einen Schlag auf den Tisch.
64 Gleich nachher.

Erwachsenes weibliches Kaninchen; Zahl der Schläge in 15 Sekunden:

Vor dem Versuch.	Nach Blosslegung der *vagi* und *sympathici*.	Beide *sympathici* unterbunden.	Beide *sympathici* durchschnitten.	Beide *vagi* unterbunden.	Beide *vagi* durchschnitten.
58	54	59	68	74	77
57	56	59	65	73	76
57	56	58	64	74	75
57	56	60	64	75	78
57	56	60	65	74	79

Aehnliche Resultate habe ich auch bei der Katze erhalten, wo *sympathici* und *vagi* zwar enger beisammen, aber doch getrennter verlaufen als beim Hund.

---

*) Man muss Zerrungen vermeiden und nach jeder Unterbindung, insbesondere der *vagi* erst eine Zeit lang warten, bis die Unruhe des Thiers vorüber und der Herzschlag wieder normal geworden ist. Nach der Blosslegung lege ich zur leichteren Orientirung schwarze Fäden unter die *sympathici*, weisse unter die *vagi*, zum Behuf der Unterbindung.

**) Bei der Unterbindung beider *vagi* zeigte sich in diesem Falle Verminderung der Herzschläge bis auf 68, welche Zahl ganz constant in einer Reihe von Zählungen noch eine halbe Stunde nachher beobachtet wurde. Solche Abnormitäten kommen zuweilen vor. Der Impuls zeigte sich aber in den Elongationen und der Stärke des Anschlagtons beharrlich verstärkt. Man muss, wie bei allen solchen Versuchen, grosse Reihen machen, um sichere Resultate zu erhalten.

Ein erwachsener Kater hatte in 15 Sekunden Herzschläge:

40	Vor dem Versuch.	48	Beide *sympathici* unterbunden.	62	Beide *vagi* unterbunden *).	68	Zehn Minuten später.	67	Wieder 10 Minuten später.
42		45		62		66		66	
42		45		58		65		67	
43		45		59		67		68	
42		47		57		64		67	

Viele Versuche scheinen mir entschieden den Beweis zu liefern, dass die *sympathici* ähnlich wie die *vagi* nur weniger stark hemmend, niemals beschleunigend auf die Herzbewegung wirken, da das Herz stets rascher geht, wenn man sie ausser Einfluss setzt.

Dass die Unterbindung in der Regel weniger stark wirkt, als die Durchschneidung, erkläre ich daraus, dass dadurch nicht immer alle Fasern getrennt werden und einzelne noch wirksam bleiben.

Bei der elektrischen Reizung durch den Inductions-Apparat könnte man immer den Einwurf machen, dass durch Reizung der *sympathici*, auch bei der besten Isolirung, in der Ausbreitung der *rami cardiaci* im *plexus cardiacus* elektrotonische Wirkungen in den hier sich zugleich mit den sympathischen Fasern ausbreitenden *Vagus*fasern hervorgebracht worden seien, dass also die eingetretene Verminderung der Herzschläge Folge der Mitreizung des *vagus* seien. Dieser Einwurf fällt bei Unterbindung und Durchschneidung weg.

In welcher Weise wirken Gemüthsbewegungen, Schreck u. s. w. auf das Herz? Dies lässt sich sehr schön an unserer Nadel zeigen. Schlägt man heftig auf den Tisch oder auf einen benachbarten, so fährt jedes Thier — Hund, Katze, Kaninchen zusammen. Die Nadel bleibt einen Augenblick (meist weniger als eine Sekunde) stehen und macht dann eine Reihe rascherer Schläge in den folgenden Sekunden, wie sich aus nachstehendem Beispiel ergibt:

Ein erwachsenes weibliches Kaninchen hatte sehr constant 62—63 Schläge in 15 Sekunden und fuhr einen Moment nach jedem Schlage zusammen:

Nach einem Schlag auf den Tisch 70 Schläge in 15 Sek.

---

*) Nachdem der Herzschlag kurz vor dieser Zählung unmittelbar nach der Unterbindung etwas rascher war. Nach einigen Schlägen auf den Kopf und Betäubung des Thiers wurden die Schläge langsamer. Der Tod erfolgte bald.

Gleich nachher	63	Schläge in 15 Sek.
Hammerschlag	69	„
Fortgezählt	63	„
Hammerschlag	67	„
Fortgezählt	63	„
Hammerschlag	67	„
Fortgezählt	63	„
Hammerschlag	67	„
Fortgezählt	62	„
Hammerschlag	66	„
Fortgezählt	63	„
Hammerschlag	68	„
Fortgezählt	63 *)	„

Dass diese Vermittelung zwischen Hirn- und Herzen der *vagus* bewirke, liess sich vermuthen; doch konnte dieselbe möglicher Weise durch das Rückenmark und von da aus in der Bahn des *sympathicus* geschehen, oder es konnte Folge der allgemeinen Muskelbewegung beim Zusammenfahren sein. Das Experiment stellt fest, dass es die *vagi* sind. Nach der Durchschneidung der *sympathici* beobachtet man an der Nadel den momentanen Stillstand und die hierauf folgende Vermehrung. So wie man die *vagi* durchschnitten hat, fährt das Thier nach wie vor zusammen, aber die Nadel wird nicht mehr alterirt und eben so wenig die Zahl der Herzschläge verändert. Beobachten wir unsere eignen Gemüthsbewegungen, so fühlt man das Herz auf Schreck etc. einen Augenblick still stehen, dann eine Anzahl raschere Schläge machen. Es ist ein ähnlicher Vorgang.

Es ergibt sich leicht, wenn man von 5 zu 5 Sekunden zählt, dass bei den Kaninchen die Vermehrung nur etwa auf die ersten 15 Schläge kommt.

Einige Versuche an den *rami descendentes hypoglossi* beim Hund haben keine entscheidenden Resultate geliefert; doch scheinen diese Nerven nicht ganz ohne Einfluss auf die Herzbewegung zu sein.

Das Verhältniss der Zahl und der Intensität der Athemzüge

*) Also in sieben Beobachtungen höchst gleichbleibende Zahlenverhältnisse!

ist bei unsern Versuchen berücksichtigt. Dasselbe ist nicht ohne Einwirkung auf die Erscheinungen am Herzen, ohne jedoch das Hauptresultat obiger Versuche irgend zu trüben. Ich behalte mir weitere Mittheilungen darüber vor.

Ich stelle die Hauptresultate hier übersichtlich zusammen, wobei ich auf die vorliegenden Belege verweise, welche im nächsten Bande der Abhandlungen werden veröffentlicht werden.

1) Bei Versuchen mit einer in das Herz eingesenkten Nadel zeigt sich bei grosser Raschheit der Schläge für die Zählung ein sichereres Resultat, als mittelst der Auscultation. Bei einiger Uebung weichen eine Anzahl zählende Beobachter in 50—60 Schlägen auf 15 Sekunden nur um 1 oder 2 ab.

2) Unmittelbar nach Einsenkung der Nadel in das Herz vermehrt sich gewöhnlich die Zahl um einige (2—6) Schläge in 15 Sekunden. Aber nach wenigen Minuten oder einer Viertelstunde hat sich dies wieder ausgeglichen. Manchmal findet gar keine Aenderung Statt. Vielleicht rührt dies daher, dass bald ein Nervenästchen von der Nadel getroffen wird, bald nicht.

3) Bei den einzelnen Kaninchen-Individuen wechselt die Zahl der regelmässigen Herzschläge ziemlich beträchtlich. Meist kommen zwischen 50 und 60, selbst zuweilen etwas über 60, selten 40 und darunter auf 15 Sekunden vor.

4) Bei Reizung beider *vagi* durch kräftige Induktionsströme und Stillstand des Herzens wird zwar die Pendelbewegung der Nadel sistirt, dieselbe zeigt aber kleine sehr rasche zitternde Vibrationen, welche der Ausdruck der kleinen Contractionen einzelner Muskelfaserbündel des Herzens in der Diastole sind.

5) Am sichersten und längsten steht das Herz still nach Reizung des verlängerten Marks mittelst discontinuirlicher Induktionsströme, am wenigsten lange durch Reizung eines *vagus*.

6) Constante galvanische Ströme erregen bei Application auf die *vagi* vermehrte Herzbewegung, gleichviel ob der Strom in centrifugaler oder centripetaler Richtung geht. Doch ist der Erfolg nicht so sicher, als bei discontinuirlichen Strömen der entgegengesetzte Erfolg.

7) Bei Zählungen von 5 zu 5 Sekunden zeigt sich, dass der durch Induktions-Apparate mittelst der *vagi* gehemmte Herzschlag unmittelbar nach Entfernung der Elektroden etwas langsamer ist, als in der Norm, dann wächst, bis er in den dritten 5 Sekunden wieder die Normzahl erreicht*).

8) Bei Reizung eines oder beider *sympathici* mit Induktions-Apparaten tritt constant Verminderung der Herzschläge um $^1/_4$, $^1/_3$, ja selbst weniger als die Hälfte ein, wobei, wie bei den *vagi* und bei Anwendung constanter Ströme in der Regel die Respiration sistirt ist. Bei nur einem *sympathicus* ist die Wirkung am geringsten.

9) Bei Unterbindung und Durchschneidung tritt (mit seltenen noch nicht näher erklärten Ausnahmen, die auch z. B. bei Reizung der Milz vorkommen) sowohl bei dem *sympathicus* als *vagus* Vermehrung, oft in sehr bestimmten Proportionen, im Herzschlag auf. Die Vermehrung beträgt bei Durchschneidung beider *sympathici* und *vagi* zusammen ungefähr $^1/_4$ bis $^1/_3$ der Normzahl.

10) Schreck wirkt analog, nur schwächer, wie Reizung mit Induktions-Apparaten und zwar durch die *vagi*, nach deren Durchschneidung der Einfluss des Gehirns auf das Herz verloren geht.

Die hieraus sich ergebenden theoretischen Betrachtungen können nur im Zusammenhang mit andern Erscheinungen und hier noch nicht erörtert werden. Versuche, wie wir sie in der Experimentalphysiologie anstellen, sind ein wesentlich ergänzendes Moment für die Beobachtungen in der Pulslehre des Menschen, welche in neueren Zeiten vom physiologischen Standpunkte aus wieder mehrfache, wenn auch nur fragmentare Bereicherung erhalten hat.

---

*) In dieser Beziehung zeigen sich sehr merkwürdige Verhältnisse verschiedener Art nach der Thierklasse, der Dauer und der Lokalität der Einwirkung. Die Herren Heusinger und Spiess haben auf meine Veranlassung hierüber eine beträchtliche Reihe von Versuchen angestellt. Oefter beobachtet man auch nach Unterbindung der *vagi* eine Vermehrung, dann kurz darauf eine kleine Verminderung und hierauf wieder eine bleibende Vermehrung, die constant anhält (z. B. eine Stunde nach dem Versuch noch eben so ist), wenn sonst das Thier nicht dem Tode entgegengeht, wo natürlich Alterationen eintreten. S. den obigen Versuch bei der Katze.

Späterer Zusatz.

Das Herz ist in Bezug auf die Complicirtheit und Schwierigkeit der Erkenntniss der sich daran knüpfenden physiologischen Erscheinungen dem Gehirn vergleichbar.

Das Verhältniss des Herzens zum Nervensystem auszumitteln, müssen mehrere Methoden eingeschlagen werden.

Eine Methode, für welche das Herz manchfaltige Angriffspunkte darbietet und die neuerdings besonders Stannius durch seine Unterbindungsversuche einzelner Abtheilungen des Herzens auf eine neue Weise mit Glück betreten hat*), ist die, am ausgebildeten, lebenden Herzen unmittelbar Versuche zu machen. Da wir wissen, dass in die Substanz des Herzens Nervenfäden eindringen, dass in derselben Ganglienhaufen liegen, so kann diese Methode durch mechanische und chemische Reizung, durch Zerschneidung und Zerstückelung, durch Abbindung einzelner Theile manchfache Aufschlüsse geben. Diese werden aber ohne die Anwendung anderer Methoden keine sicheren Anhaltspunkte gewähren.

Eine solche Methode habe ich früher gewählt und die Resultate sind bereits angegeben worden.**)

Schon bei niederen Thieren, wo das Herz höchst durchsichtig ist und fast nur eine dünne Blase darstellt z. B. bei *Daphnia* ist es zweifelhaft, ob dasselbe Nervenfasern erhält. Doch wird die mikroskopische Untersuchung hier kaum sicher entscheiden; auch

*) Müller's Archiv. Jahrg. 1852. S. 85.

**) S. o. S. 93.

wird es immer problematisch bleiben, ob von solchen niederen kaltblütigen Thieren auf höhere warmblütige ein Schluss erlaubt ist.

Untersucht man aber sehr frühzeitige Hühner-Embryonen aus den ersten Tagen der Bebrütung, so überzeugt man sich, dass sich am Herzen Typus und Rhythmus zu einer Zeit ausbildet, wo noch keine Nervensubstanz da ist oder diese doch als funktionsunfähig erscheint, indem sie noch der histologischen Ausbildung entbehrt und fast gar keine Reaktionen zeigt.

Ich ziehe daraus den Schluss: Typus und Rhythmus der Herzbewegung hängen an sich nicht von Nerven-Elementen ab. Diese letzteren wirken später auf Typus und Rhythmus ein, wenn sie gereizt werden, alteriren diese Erscheinungen, aber sie bringen dieselben nicht hervor.*)

Man hat dagegen mancherlei Einwürfe gemacht, z. B. es lasse sich eine geordnete Bewegung nicht ohne ein nervöses Centralorgan denken.

Hiegegen bemerke ich aber: Es treten im Thier- und selbst im Pflanzenreiche so viele zusammengesetzte und geordnete Bewegungen auf, die ohne Nervensystem zu Stande kommen, dass schon von diesen Beobachtungen aus die Wahrheit des von den Gegnern behaupteten Satzes sehr in Frage steht. Ich erinnere nur an die Bewegungen der Oscillatorien, der Algensporen, vieler Infusorien, an die Flimmerbewegungen und an die Locomotion der Spermatozoen. Wenn man die Bewegungen einer Gregarine beobachtet, wie die ganz transparente, völlig strukturlose Membran des einzelligen Wesens sich in den manchfaltigsten Formen krümmt und dehnt — so wird man nicht geneigt sein, diese Bewegungen für blosse Resultate endosmotischer und exposmotischer Strömungen zu halten. Welche wunderbare Bewegungen führen die Spermatozoen aus, diese rein linienförmigen, strukturlosen Gebilde, wie z. B. beim Frosch, wo sie auf das Ei losgehen und sich durch die Dotterhaut ins Innere einbohren**), während eine Berührung

*) Zu Gunsten meiner Ansicht spricht auch die Thatsache, dass die ganglienlosen Lymphherzen der Frösche, welche bekanntlich vom Rückenmark aus innervirt werden, einige Zeit nach der Trennung vom Rückenmark von selbst wieder anfangen rhythmisch zu pulsiren, wenigstens eine Zeit lang.

**) Diese von Newport entdeckte, von Bischoff und Leuckart bestä-

mit Chloroform sie asphyktisch macht. An den Schwingungen der Flimmerhaare ist ein geordneter Typus und Rhythmus unverkennbar. Ueberall hier erfolgen diese Bewegungen ohne irgend einen Einfluss von Seite des Nervensystems!

Eine diesen beiden Methoden entgegengesetzte ist die dritte, zu welcher die Experimente des voranstehenden Aufsatzes gehören.

Ich stellte mir die Aufgabe, bei ausgebildeten warmblütigen Thieren unter möglichster Integrität des Herzens und seiner nächsten Umgebungen, ohne weitere Störungen des Kreislaufs, allmälig auf alle Punkte des Nervensystems einzuwirken und zu sehen, von wo aus Wirkungen aufs Herz und in welcher Weise sie erfolgen.

Ich hätte gerne nur mechanische und chemische Reizmittel und keine elektrische gewählt. Denn die bei den letzteren so leicht eintretenden und so schwer zu verhütenden Nebenwirkungen, als der Stromschleifen,*) der unipolaren Zuckungen, des darauf folgenden Elektrotonus, trüben nur zu oft die Resultate. Allein man kann der elektrischen Erregungen doch nicht gut entbehren, da die Nerven gegen die Elektrizität auf so höchst empfindliche Weise reagiren, und dadurch Bewegungen mit solcher Energie, wie niemals durch andere Reize auslösen. Zur Controle müssen aber stets noch andere Reizmittel gewählt werden.

Es giebt gewisse und zahlreiche Nervenstämme und Zweige, von welchen, auch unter Vermittelung der Centraltheile, gar nicht, auch nicht durch die kräftigsten Reize auf das Herz in irgend merk-

---

tigte Thatsache habe ich ebenfalls verificirt. Man sieht, wie die Samenfaden sich massenhaft im Umfange des Eis anhäufen, rasch in's Eiweiss einbohren und gegen die Dotterhaut vordringen.

*) So muss ich glauben, nach neueren Untersuchungen, dass die oben im 4ten Satze beschriebene Erscheinung, wornach bei Reizung beider *vagi* mit starken Induktionsströmen kleine zitternde lokale Bewegungen im diastolischen Herzen entstehen, doch nur Folgen von Stromschleifen sind, welche bei guter Isolirung ausbleiben, wo dann auch die im Herzen steckende Nadel ganz ruhig still steht. Ich habe neuerdings gefunden, dass sich Fledermäuse recht gut zu solchen Versuchen am Herzen eignen, an denen sich fast so bequem als an Fröschen experimentiren lässt. Die Resultate stimmen durchaus mit denen der übrigen Wirbelthiere. Leider eignen sich Pferde, die sonst wegen ihres langsamen Herzschlags sehr passend sein würden, zu manchen Hauptversuchen nicht, da Halstheil des *sympathicus* und *vagus* bei diesen Thieren so innig verbunden sind.

barer Weise gewirkt werden kann. Gut isolirte Inductionsströme, eines der mächtigsten Reizmittel auf alle Empfindungs- und Bewegungsnerven, wirken z. B. vom *Nervus cruralis ischiadius*, vom *Nerv. splanchnicus* auch unter Continuität des Rückenmarks gar nicht auf das Herz.

Dagegen haben wir oben gesehen, dass *vagus* und Halstheil des *sympathicus* deutlich auf das Herz wirken.

Indem wir alle die Nervenstämme, welche Zweige zum Herzen schicken, einzeln unterbinden und durchschneiden, graben wir dem Herzen gleichsam die Canäle ab, die dasselbe mit den grossen Centralmassen des Nervensystems verbinden und können mittelst der oben mitgetheilten Methode die kleinsten davon abhängigen Störungen sichtbar und hörbar darstellen.

Ein Instrument, welches ich *Kardiographion* nenne, zeichnet mittelst eines Fühlerhebels und eines Pinsels Wellen, welche der Ausdruck der Elongationen der Schwingungsamplituden der in das Herz eingesenkten als Pendel fungirenden Nadel sind und worüber ich das Nähere später angeben werde. Die Alterationen, welche durch Reizung oder Lähmung einzelner Nervenparthieen in der Herzbewegung hervorgebracht werden, lassen sich begreiflicher Weise durch diese Methode ebenfalls graphisch darstellen. Es reiht sich mithin dieses Instrument dem *Kymiographion* und der Vierordt'schen Pulsmaschine an.

Eine Schwierigkeit liegt darin, die Ellipsen, welche die im Herzen steckende Nadel beschreibt, und wodurch letztere eine Art Kreispendel darstellt, in einfache Pendelschwingungen zu verwandeln, welches durch die Verbindungsweise der Nadel mit dem Fühlhebel geschieht, wo sie in einen linienförmigen Einschnitt desselben auf und abspielt, wodurch freilich wieder ein ungünstiges Moment durch vermehrte Reibung eintritt.

Nachdem diese Bemerkungen schon niedergeschrieben und zum Druck befördert waren, erhielt ich noch mehrere Mittheilungen über diesen Gegenstand, welche ich hier nachträglich zur Sprache bringen will.

So machte mich Professor Ecker auf eine interessante Ver-

suchsreihe von Prof. Jung in Basel aufmerksam, welche ich übersehen hatte. Es sind: „Beobachtungen über die Verwundbarkeit des Herzens bei Thieren". *)

Der Verfasser bediente sich zu seinen Versuchen ebenfalls der Akupunktur, eiserner, silberner Nadeln, an ihrem einen Ende platt und zweischneidig, fast eine Linie breit und vier Zoll lang, an ihrem anderen Ende mit einem Knopfe versehen. Die Nadel wurde hier ebenfalls zur Zählung der Schläge benützt. Als Resultate sind am Schlusse S. 35 a. a. O. folgende Sätze zusammengestellt:

„Schliesslich scheint es mir, sagt der Verfasser, 1) dass das Herz keine so hohe organische Wichtigkeit besitze und dass namentlich sein sympathischer Einfluss, wie schon Ferrus bemerkt, weit beschränkter sei, als man bisher geglaubt hat; 2) dass leichte Grade von Verwundungen der Ventrikel des Herzens mit schneidenden Instrumenten durchaus nicht immer absolut tödtlich seien; 3) dass die Verletzung des Herzens, wie ich sie vorgenommen, schmerzlos sei, wobei der Verfasser sich dahin ausspricht, dass das organische Muskelgewebe, auch die Herzsubstanz sich in dieser Hinsicht auffallend unterscheide vom animalischen Muskelgewebe: 4) dass das Herz weit weniger leicht, als andere Organe, durch mechanische Reize in einen Entzündungszustand versetzt werde; 5) dass das Einbringen einer Nadel in das Herz eine Verminderung der Pulsschläge bewirke. Beim 2ten, 4ten, 6ten und 10ten Versuch und bei dem letzten war diese Erscheinung deutlich. Nur beim 5ten Versuch war eine Vermehrung des Pulses mit Störung der Respiration wahrnehmbar."

Herr Dr. Czermak**) in Prag theilte mir brieflich mit, dass er vor 1½ Jahren ebenfalls die Akupunktur des Herzens zu

---

*) Berichte über die Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel vom August 1835 bis Juli 1836. S. 14.

**) Herr Dr. Czermak erinnerte mich zugleich in seiner gefäll. Zuschrift daran, dass er gleichfalls über die Verbreitung der Nerven in der Zahnpulpe Untersuchungen angestellt, welche mit den meinigen in den wesentlichen Punkten übereinstimmen. Vergleiche oben S. 142. Czermak's Bemerkungen stehen in Kölliker's und Siebolds Zeitschr. Bd. II. S. 319. Entscheidend scheinen jedoch die Resultate des Verf. über die Fundamentalfragen nicht gewesen zu sein.

physiologischen Versuchen benützt hatte und übersandte mir auf meine Bitte nachfolgende Mittheilungen.

Zwei Versuche über Herzbewegungen bei Kaninchen.

„Nachdem das Thier auf den Rücken festgebunden war, „wurde eine mehre Zoll lange Nadel, an deren Spitze ein Wieder„haken angebracht war, zwischen der 3ten und 4ten Rippe (mehre „Linien links vom *Sternum*), dort wo der Herzstoss am deut„lichsten gefühlt wurde, so tief eingestochen, dass die Spitze bis „in das Fleisch des Herzens eindrang und durch den Wiederhaken „fixirt wurde. Die Bewegungen, welche der angestochene Punkt „des Herzens, während der ungestört fortdauernden Thätigkeit des„selben, ausführte, konnten mit grosser Genauigkeit aus den „Schwankungen des freien Theiles der Nadel beurtheilt werden.“

„Es zeigte sich, dass der Endpunkt der Nadel sehr rasch „in einer Ellipse herumgeführt wurde, deren längere Achse eine „Neigung von rechts und oben nach links und unten hatte „(vom Thiere aus gerechnet). Bei jeder Systole bewegte sich das „Nadelende nach abwärts, bei jeder Diastole hingegen nach auf„wärts; dabei bemerkten wir im ersten Versuche, dass das Nadel„ende immer die rechte Hälfte der Ellipse hinaufstieg und die „linke Hälfte herabstieg, dass es sich somit in seiner elliptischen „Bahn nach rechts bewegte, wenn die Bewegungsrichtung von „einem innerhalb der Ellipse stehenden Beobachter bestimmt ge„dacht wird.“

„Im zweiten Versuche waren die Rotationsrichtung sowie „die ganzen Schwankungen der Nadel nicht so determinirt, da die „Herzaktion viel unregelmässiger und stürmischer war.“

„Es ist klar, dass der angestochene Punkt des Herzens die„selben Bewegungen ausführt, welche das äussere Nadelende

---

da er sagt: „Ob die Aeste der Zahnnervenfasern frei endigen, ob sie Endschlingen oder Netze bilden, oder was sonst mit ihnen geschieht, muss ich unentschieden lassen.“

„macht — jedoch in kleinerem Maasstabe und entgegengesetzter „Richtung.“

„Die Section ergab in beiden Fällen, dass die Spitze der „Nadel in die vordere Wand des linken Ventrikels, etwa 2 Linien „links vom Septum und 2‴ von der Grenze zwischen Atrium und „Ventrikel entfernt eingedrungen war und beide Mal das freie Ende „eines Papillar-Muskels der venösen Klappe angestochen hatte. — „Der Herzstoss wird somit durch die angegebene Stelle der Wand „des linken Ventrikels vermittelt. Dem ersten Versuche wohnten „Herr Prof. Hammernik und Stud. phil. Sax, dem zweiten Stud. „med. Em. Purkyně und Stud. pil. J. Sax bei.“

Ueber die Erzeugung des Diabetes bei Kaninchen durch Verletzung einer Stelle des verlängerten Marks auf dem Boden der vierten Hirnhöhle, von Dr. L. Schrader.

(Der K. Societät der Wissenschaften vorgelegt am 20. Februar 1852. *)

Unter den Leistungen der experimentellen Physiologie und Pathologie in neuester Zeit haben auch die Versuche von Cl. Bernard, durch Verletzung einer Stelle des verlängerten Marks innerhalb der Rautengrube bei Kaninchen Diabetes zu erzeugen, ein allgemein verbreitetes Interesse erregt. Die Versuche sind von Vielen, aber mit sehr ungleichem Erfolge, wiederholt worden. Während nämlich die Einen unter ihren Experimenten eine ansehnliche Reihe gelungener Fälle zählen, erhielten Andere verhältnissmässig nur sehr wenige positive Resultate, und noch Andere gelangten stets zu negativen. Der Grund hiervon möchte wohl in der bisher zum Theil nur mangelhaft gekannten Ausführung des Experiments, so wie in der ungenauen Bestimmung jener Stelle, deren Verwundung Diabetes zur Folge hat, zu suchen sein. Daher haben auch eben Diejenigen mit dem meisten Erfolge nachexperimentirt, welche entweder von Bernard selbst, oder von einem andern schon eingeübten Experimentator die Versuche zuvor hatten anstellen sehen.

*) Nachdem von mir bald nach Bekanntmachung von Bernard's Versuchen dieselben ohne entschiedenes Resultat wiederholt worden waren, ersuchte ich Herrn Dr. Schrader zur selbstständigen Wiederholung und legte die kleine Abhandlung der Societät vor.

Im Sommer 1850 wurde im physiologischen Institute zu Göttingen der Bernard'sche Versuch sechsmal wiederholt. Die Resultate fielen sämmtlich negativ aus. Als später die Richtigkeit der Angabe Bernard's von Mehreren bestätigt, von Andern dagegen, welche ebenso erfolglos experimentirt hatten, bezweifelt oder wenigstens als noch unentschieden hingestellt wurde, wiederholte ich die Versuche theils im physiologischen Institute zu Göttingen, theils in Wien. Bevor ich indessen die Resultate derselben mittheile, scheint es mir aus obigen Gründen nicht unpassend, über die Ausführung des Experiments selbst Einiges vorauszuschicken.

Bei den frühern Versuchen machte ich die Punktion des verlängerten Marks mit einem mässig dicken Drahte, welcher an dem einen Ende leicht gekrümmt und meisselartig zugeschärft war. Das Schädeldach wurde vorher mittelst der Spitze eines starken Scalpells durchbohrt. Dieses Verfahren, einer brieflichen Mittheilung von Dubois an den Hofrath Wagner entnommen, ist keineswegs empfehlenswerth; die Bohröffnung fällt nämlich in der Regel sehr ungleich aus, ist bald zu gross, bald zu klein u. s. w., wodurch natürlich der folgende Act, die Punktion selbst, sehr unsicher gemacht wird. Deshalb benutzte ich in der letztern Zeit ein Instrument, welches nach dem Muster des Bernard'schen gearbeitet ist. Dasselbe besteht nämlich aus einem geraden 2½ Zoll langen und 1½ Millim. im Durchm. haltenden Stilet, welches an dem einen Ende die Form eines Stemmeisens hat, an dem andern aber mit einem 2¾ Zoll langen hölzernen Griff versehen ist. Das Instrument bietet den Vortheil dar, dass man mit ihm das ganze Experiment ausführen kann. — Als Vorakt zur Punktion macht man, nachdem die Haare abgeschoren sind, längs der Pfeilnaht bis über den Hinterhauptshöcker einen etwa ¾ Zoll langen Schnitt durch die Weichtheile. Wird nun der Finger in der Richtung dieses Schnittes nach hinten geführt, so trifft man auf zwei kleine Erhabenheiten (welche auch schon durch die unverletzte Haut zu fühlen sind), von denen die vordere dem Ende der Scheitelnaht entspricht. Hinter dieser von ihr durch eine seichte Vertiefung geschieden, liegt die zweite. Zwischen beiden kann man mit dem Instrumente am leichtesten eindringen, allein es wird jedesmal der hier verlaufende Sinus verletzt. Deshalb setze man das Instrument

unmittelbar hinter der zweiten Hervorragung zwischen ihr und dem eigentlichen Hinterhauptshöcker, sich genau an die Mittellinie haltend und in senkrechter Richtung zur Schädelbasis, so auf, dass die Schneide dem Querdurchmesser des Kopfes entspricht. Dasselbe wird hierbei mit dem Daumen, Mittel- und Ringfinger fixirt, während der Zeigefinger auf das obere Ende des Griffes zu liegen kommt. Indem man nun mit dem Zeigefinger abwärts drückt, werden mit dem Manubrium leichte Bewegungen, abwechselnd bald nach der einen, bald nach der andern Seite gemacht, wodurch das Eindringen des Instruments sehr erleichtert wird. Fühlt man an dem aufgehobenen Widerstande, dass die Schädeldecke perforirt ist, so wird das Instrument in derselben senkrechten Richtung rasch abwärts bis auf den Basilartheil des Hinterhauptbeins geführt. Dass bei dem ganzen Manöver der Kopf des Thiers sicher fixirt werden muss, versteht sich wohl von selbst. Vor dem Experimente suche man durch mässiges Drücken und Streichen die Harnblase zu entleeren, theils um sich zu überzeugen, dass der Urin vorher keinen Zucker enthielt, theils deshalb, weil die Reaktion auf letztern in dem nach der Punktion zuerst erhaltenen Harne dann um so besser ausfallen wird.

Den Angaben Bernard's zufolge soll sich die zu verletzende Stelle des verlängerten Marks am Boden der Rautengrube etwas über dem Ursprunge des 9. Nervenpaars befinden. Das Zustandekommen des Diabetes bringt er mit der Verletzung der *Nn. vagi*, nach deren Durchschneidung er ebenfalls Zucker im Harne gefunden haben will, in Zusammenhang. Bei diesen im Ganzen unbefriedigenden Anhaltspunkten schien es mir, vorausgesetzt, dass überhaupt die Beobachtungen Bernard's richtig seien, vor Allem wichtig zu ermitteln, ob 1. die Ursprungsstelle des 10. Nervenpaars, oder ob 2. eine andere Stelle der *medulla oblongata* innerhalb der Rautengrube es sei, und welche, nach deren Verletzung Diabetes entstehe, und wenn Ersteres der Fall, ob 3. die Durchschneidung der *vagi* denselben Erfolg habe. Diesem entsprechend zerfallen auch die Experimente in 3 Reihen, die wir in der eben angedeuteten Weise aufeinander folgen lassen wollen.

1. Reihe. Verletzung der Ursprungsstelle der *vagi*. Nach den übereinstimmenden Untersuchungen von Stilling und Köl-

liker entspringt das (9. und) 10. Nervenpaar von dem grauen Keil, der *ala cinerea*. Deshalb wurde auch in der vorliegenden Versuchsreihe hauptsächlich auf die Verletzung dieser Stelle Rücksicht genommen. Zwölfmal wurde die *ala cinerea* getroffen. 4 Kaninchen gingen augenblicklich zu Grunde, von den übrigen 8 crepirten 6 innerhalb 24 Stunden, eins lebte bis zum zweiten, und nur ein einziges bis zum vierten Tage. Zweimal wurde Zucker im Harne gefunden; allein ich muss hierbei ausdrücklich bemerken, dass in beiden Fällen nur das obere (vordere) Ende des grauen Keils von dem Instrumente leicht berührt worden war, und dass der *locus laesionis* eigentlich dem in der Folge noch näher zu bezeichnenden Raume, als dessen äusserste Grenze nach unten (hinten) er betrachtet werden muss, angehörte. Ich habe beide Fälle nur darum hier angereihet, weil alle übrigen Erscheinungen, wegen der gleichzeitigen Mitverletzung der *ala cin.* mit denen vollkommen übereinstimmten, welche bei den andern 6 Thieren wahrgenommen wurden. Bald nach der Punktion zeigten sich nämlich Symptome, wie sie die Abtrennung der *vagi* am Halse constant zur Folge hat: Verlust der Stimme, grosse Athemnoth u. s. w. Die Section ergab Folgendes. Die Trachea und Bronchen, deren Schleimhaut meistens geröthet war, enthielten bald eine geringere, bald grössere Menge schaumiger Flüssigkeit. Constant wurde in den Lungen bald lobuläre, bald lobäre Hyperämie und Stase gefunden. In einigen Fällen enthielt das eine oder andere *Cavum pleurae* einige Drachmen klaren Serums. In der rechten Vor- und Herzkammer waren immer ansehnliche Blutcoagula. Im Magen wurde gewöhnlich noch viel unverdautes Futter gefunden. Die Leber zeigte keine pathologische Veränderung. Die Gallenblase war stets sehr gefüllt; die Galle normal.

2. Reihe. Da die Verletzung der *ala cinerea* nicht den gewünschten Erfolg gehabt hatte, so wurde nun die vor (über) dem grauen Keil zunächst gelegene Stelle der *medulla oblong.* für die Punktion beansprucht. Bei der Section wurde dann jedesmal die Entfernung der Stichwunde durch Messungen von fixen Punkten aus, nämlich von dem obern Ende der *ala cin.* einerseits, und von der als enge Spalte sich fortsetzenden *fissura longitudinalis post.* des Rückenmarks andererseits, näher bestimmt. In 18 hierher ge-

hörigen Versuchen wurde siebenmal unzweifelhaft Zucker im Harne gefunden. In diesen 7 Fällen betrug die grösste Entfernung der Punktionsstelle von der *ala cin.* nach aufwärts 5 Millim., von der *fissura longitud. post.* 2½ Millim. Als äusserste Grenze nach abwärts (rückwärts) wurde das obere (vordere) Ende des grauen Keils selbst gefunden (S. 1. Reihe). — Die Erscheinungen zunächst nach der Punktion bestanden in folgenden. Entweder waren nämlich die Thiere einige Augenblicke anscheinend leblos und bekamen dann Krämpfe, oder die letztern folgten unmittelbar auf die Verletzung und bestanden in Rollbewegungen (Drehungen um die Längenachse des Körpers). Die Vehemenz der Convulsionen war nicht immer dieselbe: sie war um so grösser, je näher der Mittellinie die *medulla obl.* verletzt war. Einigemal verfielen die Thiere in heftigen Tetanus; in diesen Fällen war hauptsächlich das *crus cerebelli ad med. obl.* verwundet. Wurden die Thiere ruhiger, so traten die Lähmungserscheinungen der einen oder andern Seite deutlicher hervor. In einem einzigen Falle bekam das Thier weder Krämpfe noch wurde es gelähmt. — Eine andere uns besonders interessirende Erscheinung war die qualitativ und quantitativ veränderte Harnsecretion. Der Urin wurde bald lichter und ärmer an anorganischen Bestandtheilen, Extractivstoffen u. s. w., verlor an Alkalicität und wurde reichlicher secernirt. Durchschnittlich enthielt er nach Verlauf einer Stunde Zucker. Einen mehrere Tage ausdauernden Diabetes habe ich jedoch in keinem der Fälle beobachtet; nach 24 Stunden war gewöhnlich kein Zucker mehr im Harne nachzuweisen, während das übrige Verhalten des letzteren auch am folgenden Tage oft noch dasselbe blieb. Bernard gibt an, dass sich die Thiere oft ganz wieder erholt hätten; von meinen Kaninchen lebten nur wenige länger als 3 Tage, alle sind aber innerhalb 5 Tagen crepirt. Bei der Section derjenigen, welche länger als einen Tag gelebt hatten, wurde die nächste Umgebung der Punktionsstelle leicht geschwellt und ödematös gefunden. In den Respirations- und Digestionsorganen wurde niemals eine pathologische Veränderung wahrgenommen.

Zum Nachweis des Zuckers wurde hauptsächlich die Trommer'sche Probe benutzt. Um jedoch noch ein Uebriges zu thun, wurde, nach Lehmann's Verfahren, in allen Fällen eine Portion

Harn eingedampft, der Rückstand mit Alkohol extrahirt, filtrirt und zum Filtrate eine alkoholische Kalilösung gesetzt, das Kalisaccharat in Wasser gelöst und dann mit Kupfervitriol geprüft. *)

3. Reihe. Durchschneidung der *vagi* am Halse. Das Experiment ist 8 mal gemacht worden. Im Widerspruche mit Bernard's Angabe, deren schon oben gedacht wurde, habe ich nur negative Resultate erhalten. In keinem einzigen Falle nämlich konnte das Vorkommen von Zucker im Harne constatirt werden. Ebenso wenig wurde eine vermehrte Urinsecretion wahrgenommen. Die Lebensdauer der Thiere nach der Durchtrennung des pneumogastrischen Nerven war eine sehr verschiedene: die kürzeste betrug 4, die längste 28 Stunden. Die anatomisch-pathologischen Veränderungen in den Respirationsorganen waren in allen Fällen sich gleich. Die Luftröhre und Bronchen, deren Schleimhaut geröthet, enthielten eine schaumige Flüssigkeit. In den Lungen fand sich eine bald geringere, bald weit ausgebreitete Hyperämie und Stase, und aus ihrer Schnittfläche floss eine erhebliche Menge blutigen Serums. Der Grad der Extensität dieser Veränderungen stand übrigens zu der kürzern oder längern Lebensdauer der Thiere nach der Operation in keinem entsprechenden Verhältniss. Das rechte Herz enthielt jedesmal beträchtliche Blutcoagula. Nicht so constant waren die Veränderungen im Digestionsapparate, dem Magen. Absichtlich wurde nämlich in den ersten 4 Versuchen die Sektion erst nach 12—16 Stunden, in den letztern 4 dagegen unmittelbar nachdem die Thiere crepirt waren, gemacht. In jenen Fällen waren die *Mucosa* und *Muscularis* eines grossen Theils des

*) Auf einen Umstand glaube ich bei dieser Gelegenheit aufmerksam machen zu müssen. Bekanntlich hat Fehling behauptet, dass die von ihm zur Titrirung empfohlene Probeflüssigkeit, deren sich Manche der Bequemlichkeit halber auch zum Nachweis des Zuckers überhaupt bedienen, sich jahrelang unverändert erhalte und deshalb zur quantitativen Bestimmung des Zuckers stets vorräthig zu halten sei. Ich kann die Richtigkeit jener Behauptung nicht bestätigen. Aus einer genau nach Fehlings Vorschrift zubereiteten Probeflüssigkeit, welche c. ½ Jahr hindurch in einem gut verschlossenen Glase aufbewahrt worden war, wurde nämlich, als ich sie mit destillirtem Wasser verdünnt erwärmte, Kupferoxydul in reichlicher Menge gefällt. Dieselbe Beobachtung wurde später bei einer andern Fehling'schen Probemischung gemacht, die kaum einige Wochen gestanden hatte. Welcher Werth deshalb den quantitativen Bestimmungen des Zuckers mittelst einer solchen vorräthig gehaltenen Probeflüssigkeit beizulegen sei, bedarf wohl keiner weitern Erörterung.

Cardiamagens zu einer Pulpe erweicht, welche durch blosses Darüberstreichen mit dem Finger bis auf die *Serosa* sich entfernen liess; bei den letztern 4 Kaninchen hingegen war weder Erweichung noch Hyperämie, noch irgend ein anderer pathologischer Befund nachweislich*). In allen Fällen reagirte der Mageninhalt, der dem grossen Theile nach aus noch ganz unverdautem Futter bestand, stark sauer. — Ebenso zeigte die Galle ein verschiedenes Verhalten. Dort nämlich, wo die Thiere erst einige Zeit nach dem Tode secirt wurden, enthielt die Gallenblase kaum noch 8—10 Tropfen Galle, welche ein gelbbraunes Aussehen hatte und, in Uebereinstimmung mit Bernard's Angabe, deutlich sauer reagirte. (Der grösste Theil der Galle hatte nämlich die Häute ihres Reservoir's bereits durchdrungen und die nächste Umgebung, besonders den Pylorustheil des Magens, stark gelb gefärbt). Anders verhielt sich die Sache bei den so eben crepirten Kaninchen. Hier war die Gallenblase reichlich mit Galle angefüllt, welche die gewöhnliche grüne Färbung zeigte und durchaus neutral war.

Anmerkung 1. Die Tendenz vorliegender Blätter gestattet es nicht, auf die Magenerweichung und ihr Verhältniss zur Durchschneidung des 10. Nervenpaars näher einzugehen. Ebenso wenig kann ich mich auf Erklärungsversuche oder den faktischen Nachweis, warum die Galle in den obigen Fällen sauer war, einlassen. Beides behalte ich mir für eine spätere Zeit vor.

Anmerkung 2. Eines Falles muss ich hier noch erwähnen. Bei einem Kaninchen, wo ich ebenfalls die *vagi* abgetrennt und 8 Stunden lang vergebens den Urin auf Zucker geprüft hatte, wurde noch der Bernard'sche Versuch gemacht. Nach c. 2 Stunden wurden einige Drachmen klaren Harns erhalten, in welchem eine ansehnliche Quantität Zucker nachweislich war.

Die aus unsern Experimenten gewonnenen Resultate wären nun etwa folgende.

1. Man ist im Stande, bei Kaninchen experimentell Diabetes zu erzeugen und zwar durch Verletzung des verlängerten Marks innerhalb der vierten Hirnhöhle. Derselbe ist jedoch kein mehrere Tage andauernder, der Zuckergehalt des Harns pflegt vielmehr nach 24 Stunden wieder verschwunden zu sein.

---

*) Die Ekchymosen in der Magenschleimhaut, welche manche Experimentatoren nach der Durchschneidung der *vagi* constant gesehen haben wollen, habe ich in den 8 Fällen kaum einigemal beobachtet, und auch hier waren es nur wenige zerstreutstehende linsengrosse Flecke. Eine wirkliche Hyperämie kam mir niemals vor.

2. Jene Stelle der *medulla obl.* innerhalb der Rautengrube, deren Verletzung Diabetes zur Folge hat, ist keine auf einen etwa stecknadelkopfgrossen Punkt beschränkte, sondern sie hat eine Ausdehnung von c. 5 Millim. Länge und Breite. Sie liegt höher als die Ursprungsstelle der *vagi* und erstreckt sich vom obern Ende des grauen Keils bis fast zum obern Ende des *corpus restiforme* (oder bis dahin, wo der Ventrikel die grösste Breite zeigt).

3. Eine Verwundung der *ala cinerea*, d. h. der Ursprungsstelle des 10. Nervenpaars, erzeugt keinen Diabetes, dagegen sehen wir in den Respirationsorganen dieselben pathologischen Veränderungen darnach entstehen, wie sie die Abtrennung der *vagi* am Halse zur Folge hat.

4. Mittelst Durchschneidung des pneumogastrischen Nerven können wir keine Meliturie hervorrufen.

Die wichtigste Frage, welche nun zu beantworten wäre, ist die, wie ist die Entstehung der Meliturie nach dem Bernard'schen Experiment zu erklären? Wir haben gesehen, dass kein Diabetes entsteht, wenn wir die Ursprungsstellen der *vagi* — die *alae cinereae* — verletzen, oder wenn wir die Nerven selbst durchschneiden. Wir haben ferner angeführt, dass gerade in den gelungenen Fällen unserer Versuche durchaus keine pathologischen Veränderungen in den Respirationsorganen, wie sie doch die Verwundung der pneumogastrischen Nerven constant zur Folge hat, oder im Magen und in der Leber nachzuweisen waren. Vom anatomisch-pathologischen Standpunkte aus liegt deshalb kein Grund vor, welcher uns berechtigt, die Ursache des experimentell hervorgerufenen Diabetes in einem Leiden der *vagi* zu suchen. Und dennoch ist es diejenige Erklärungsweise, welche bisher die meisten Bekenner zählte. Allein abgesehen von den widersprechenden Resultaten obiger Versuche, sind auch alle übrigen zu Gunsten jener Ansicht vorgebrachten Gründe der Art, dass sie einer allseitigen Bestätigung noch sehr bedürfen. Wir halten es darum für gerathener uns vorläufig mit der Bestätigung des Factums lieber zu begnügen, als auf unsichere Anhaltspunkte fussend einen Erklärungsversuch zu machen.

Anmerkung. In neuester Zeit hat sich auch Alvaro Reynoso, dessen Aufsatz mir leider nicht zugänglich gewesen ist, für die Ansicht ausgesprochen,

dass das Gelingen der Bernard'schen Versuche von der Betheiligung des 10. Nervenpaars abhänge. Derselbe will auch nach Aetherinhalationen Zucker im Harne gefunden haben. Noch vor wenigen Wochen hatte ich Gelegenheit den Urin von drei Pneumonikern, welche mit Aetherinhalationen behandelt wurden, zu untersuchen. In keinem der Fälle konnte ich weder durch die eine noch durch die andere Zuckerprobe die Beobachtung *Reynoso's* bestätigen.

Torino. Vendibile presso la tipogr. nazionale di G. Biancardi e compagni 1852. Lettere fisiologiche di Rudolfo Wagner Professore di Fisiologia nell' università di Gottinga tradotte dal tedesco ed annotate dal Dottore Giandomenico Bruno. II. u. 158 S. in Duodez*).

Wenn wir mit der Uebersetzung von unsern Arbeiten, die wir selbst nicht einmal in Buchform, sondern nur in Zeitschriften veröffentlicht haben, überrascht werden, so können wir uns einer unangenehmen Empfindung nicht erwehren. Dies ist mir auch mit obiger Schrift begegnet, welche mir der Uebersetzer mit einem sehr wohlwollenden Begleitschreiben übersandte. Ich selbst hatte nicht die Absicht, die im vorigen Jahre in der „Allgemeinen Zeitung" abgedruckten „physiologischen Briefe" wieder zu sammeln. Ich wünschte sie vielmehr der allmäligen Vergessenheit übergeben, als Kinder der Stimmungen des Tages, und ich konnte dies nach der Art ihres Erscheinens auch erwarten. Aus der zugesandten Uebersetzung sollte ich freilich die Wahrheit der alten Erfahrung ersehen, dass Niemand seinem Schicksal entgehen kann, am wenigsten ein Autor.

In der That musste ich nach den vielen von Freund und Feind vernommenen Urtheilen über diese Briefe allmälig die Ueberzeugung gewinnen, dass ich etwas in Inhalt und Form, ja vielleicht in der ganzen Aufgabe entschieden Verfehltes dem deutschen Publicum geboten habe. Ich muss diese mir nicht ganz leicht gewordene Ueberzeugung auch heute noch festhalten, trotz der die Eigenliebe sonst bestechenden Erfahrungen, dass diese Briefe theil-

*) Diese Recension ist im 70sten Stücke der gelehrten Anzeigen von 1853 (2. Mai) abgedruckt.

weise von deutschen Zeitungen, vollständig von zwei grösseren amerikanischen Blättern, im Auszuge in der *gazette médicale* und nun eigends gesammelt im Italienishen wiedergegeben worden sind.

Am nachtheiligsten, höre ich, waren die Urtheile von Fachgenossen. Nun gestehe ich zwar offen, dass ich über die deutschen „Gelehrten von Profession“ in vieler Hinsicht die Meinung Göthe's theile und mich bei dieser Unternehmung am wenigsten um dasselbe kümmern würde. Schon in ein öffentliches Zeitungsblatt etwas zu schreiben, gilt vielen Fachgenossen für eine der Hoheit der Gelehrtenwelt sich entäussernde That, während ich dies für ein Ueberbleibsel des Pedantismus und Gelehrtendünkels aus dem vorigen Jahrhundert halte. Selbst das, was in England seit Jahren als die höchste und schwierigste Aufgabe wissenschaftlicher Männer galt, den Inhalt ihrer Specialfächer in populärer Form zu verbreiten, erregt in Deutschland noch hie und da ein vornehmes Achselzucken. Ausserdem ist ja das Nergeln des einen deutschen Gelehrten über die Leistungen des andern ein sehr allgemein geübtes Geschäft und aus der Kleinlichkeit unserer öffentlichen Verhältnisse erklärbar. Je mehr Jemand aus dem engsten Kreis der Forschung und Mittheilungsweise heraustritt, um so häufiger hört man: „doch Brutus ist ein ehrenwerther Mann.“

Ein fernerer Grund der Ungunst und des Lärmens über die physiologischen Briefe ist übrigens unstreitig die Entschiedenheit, mit welcher ich im sechsten Briefe meine Ansicht über das Verhältniss des Glaubens zum Wissen ausgesprochen habe. Daran hat nicht bloss der „*caporione di materialismo*“ wie der italienische Uebersetzer einen der jüngst aufgetretenen Gegner nennt, Anstoss genommen; sondern in der That ward dieser Brief für Viele die Losung, ihrem Aerger freien Lauf zu lassen.

Dies Alles würde indess doch nur einen sehr geringen Eindruck auf mich gemacht haben, hätte ich nicht die Ueberzeugung gewinnen müssen, dass auch wohlwollende und vollkommen urtheilsfähige Männer wenigstens einen Theil der Briefe für verfehlt in Form und Inhalt halten. Die zuerst erschienenen scheinen angezogen zu haben. Man erwartete aber eine weitere Ausführung und eine Lösung der darinnen gestellten Fragen, eine strengere

Form der Behandlung und keine solche desultorische Verbreitung bald über diese, bald über jene Materie.

Ich muss dies wohl als gegründet zugeben. Nur darüber möchte ich meine Verwunderung aussprechen, dass trotzdem der Inhalt der einzelnen Briefe so viel gelesen wurde, wie mir aus einzelnen Gesprächen und zahlreichen Zuschriften aus verschiedenen Theilen des In- und Auslandes klar geworden ist.

Die ersten Briefe waren in einer sehr anregenden Stimmung, entfernt von der Heimath, auf der Reise geschrieben. Später traten öffentliche und private peinliche Zustände ein. Ein sehr gestörtes körperliches Befinden vermehrte die geistige Unbehaglichkeit, und nachdem einmal der erste frische Fluss der Briefe unterbrochen war, gestaltete sich deren Fortsetzung immer mehr zu einer blossen Handlung der Pflicht, statt dass sie eine That freier Neigung hätte bleiben müssen.

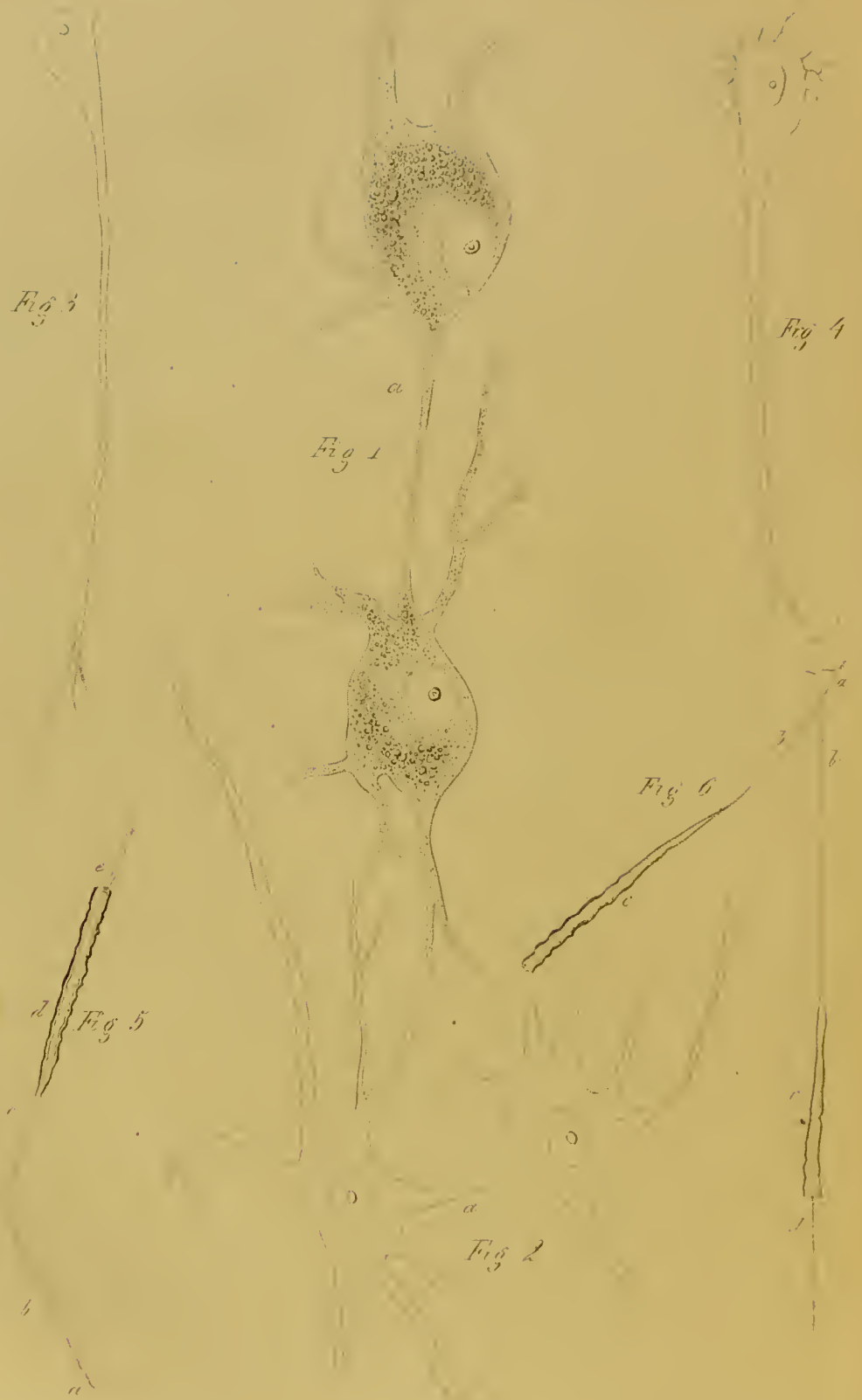
So lastet auf diesem Unternehmen im Kleinen dasselbe Schicksal, welches die grossen Unternehmungen des Vaterlandes seit 1848 zu keinem erfreulichen Fort- und Ausgang gedeihen liess.

Wenn der freundlich gesinnte Uebersetzer in dem Vorwort sagt, dass der Verfasser: „*non é uomo a desistere dall'impresa od a lasciarsi intimorire dalle critiche clamorose, le quali invece sembrano fatte piutosto per raffermarlo e per dargli nuovo vigore*“ und daher seinen Lesern eine baldige Fortsetzung der Briefe verspricht, so sagt er wohl zu viel.

Der Verfasser hat zwar die Fortsetzung nicht aufgegeben, er hat sie vielmehr begonnen; er hat aber bis jetzt allerdings nicht Lust, Zeit und Kraft zur Vollendung gewonnen. Gewitzigt aber durch die bisherigen Erfahrungen, wird derselbe sicher keine neue Reihe Briefe publiciren, bis er dieselbe nicht länger vollständig ausgearbeitet in seinem Pulte hat reifen lassen.

Was an der Uebersetzung besonders empfehlenswerth sein dürfte, ist nicht bloss die Treue, sondern die Schönheit der Form des italienischen Ausdrucks, welche da am meisten fühlbar ist, wo die Darstellung eine poetische Färbung hat und Gegenstände behandelt, in welchen das Erhabene hervortritt.

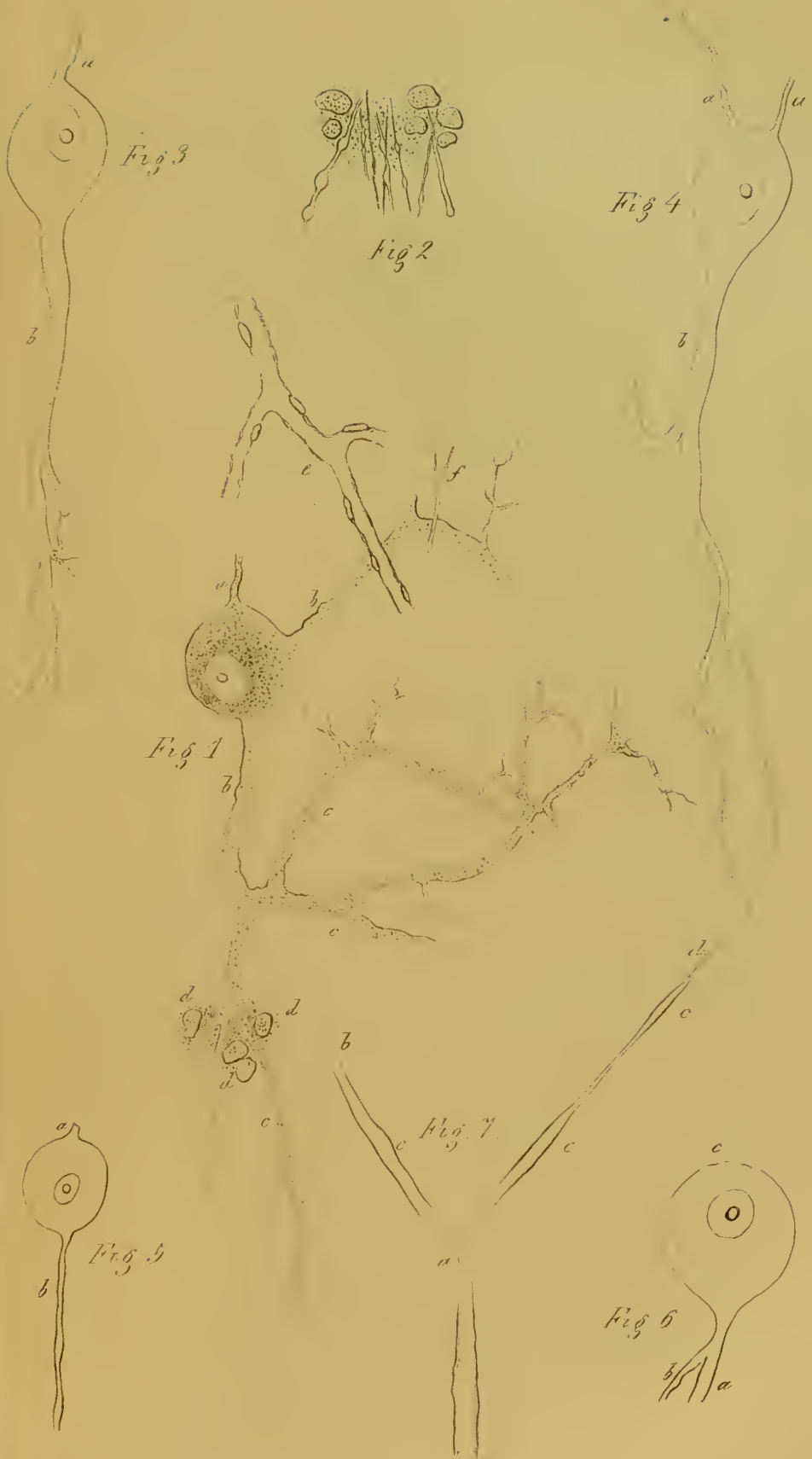
Tab I



R Wagner del

K sc

Tab II



R W del.

K sc

1. Cerebellum. Lum.

2. [illegible] Fig. 6 sam. 7. [illegible]